Archiv für Hygiene und Bakteriologie

Digitized by Google



PUBLIC
HEALTH
LIBRARY



Digitized by Google



ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. J. BOCKENDAHL, Kiel; Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Docent Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Geh. Rath Prof. Dr. O. FINKELNBURG, Bonn; Prof. Dr. C. FLÜGGE, Göttingen; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Professor Dr. M. GRUBER, Graz; Prof. Dr. R. GSCHEIDLEN, Breslau; Prof. Dr. A. HILGER, Erlangen; Geh. Rath Dr. R. KOCH, Berlin; Oberstabsarzt Dr. J. PORT, München; Geh. Rath Dr. REINHARD, Dresden; Docent Dr. F. RENK, München; Generalarzt Dr. W. ROTH, Dresden; Professor Dr. J. SOYKA, Prag; Prof. Dr. J. UFFELMANN, Rostock; Regierungsrath und Docent Dr. G. WOLFFHÜGEL, Berlin

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, FR. HOFMANN, M. v. PETTENKOFER,

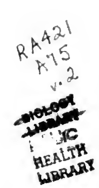
O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

AMSTERDAM, LEIPZIG, MÜNCHEN.

ZWEITER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1884.

Digitized by Google



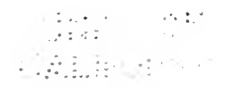
Digitized by Google

Inhalt.

754873

Digitized by Google

Digitized by Google



Ueber die Beziehung des Wassers zur Militärkleidung.

Von

Dr. Bruno Müller,

Stabsarzt (früher Assistent am hygienischen Institute in Leipzig).

v. Pettenkofer[1]), dem wir unsere physikalische Anschauung über die Function der Kleidung verdanken, hat zuerst auch auf die hygienische Bedeutung des Wassergehaltes unserer Bekleidung hingewiesen. Durch vergleichende Wägungen verschiedener Zeugstoffe, die v. Pettenkofer abwechselnden atmosphärischen Einflüssen aussetzte, hat derselbe die Grundgesetze formulirt, nach denen das Wasser in unsern Kleidern aufgenommen und wieder abgegeben wird. Diese bahnbrechenden Experimente sind neuerdings von Klas Linroth[2]) in umfassender Weise wiederholt und ausser anderem nach der Richtung hin erweitert worden, dass er die an Zeugstoffen von 2—4 g gewonnenen Resultate auch auf das Verhalten der ganzen Bekleidung übertrug. So bedeutungsvoll diese Berechnungen und so klar die aus denselben sich ergebenden Vorstellungen von den wechselseitigen Beziehungen sind, die zwischen der physikalischen Arbeit des Wassers in den Kleidern und dessen Wirkung auf den Körper bestehen, so können sie doch, wie Klas Linroth angibt, nur ungefähre sein. Indem die Kleiderstoffe in äusserst empfindlicher Weise auf Temperatur und Feuchtigkeit der Umgebung reagiren, werden die einzelnen Theile unserer Bekleidung trotz der Einheit

1) Zeitschrift f. Biologie 1865 Bd. 1.

2) Ebenda 1881 Bd. 17.

Digitized by Google

des Materiales am Körper verschiedenartige klimatische Regionen umfassen; so dass die Uebertragung eines Versuches auf das Ganze stets mit Unsicherheit verbunden sein wird.

Bevor mir noch die interessante Arbeit von Klas Linroth bekannt war, hatte ich Versuche ausgeführt, welche sich den praktischen Verhältnissen des Lebens möglichst anschlossen. Ich operirte nicht an einzelnen Kleidungsstücken, sondern griff die Gesammtbekleidung in ihrer Wechselbeziehung zum Wasser auf und gewann so absolute Werthe, die mir vor allem für die praktischen Verhältnisse wichtig erschienen.

Lag es mir auch in meiner Stellung als Sanitätsoffizier am nächsten, meinen Versuchen die Militärbekleidung zu Grunde zu legen, so entschied ich mich für dieselbe auch aus dem Grunde, weil sie nach Form, Stoff und Gewicht viel vergleichbarere und für die Gesundheit und die Leistung des Soldaten direct verwerthbare Aufschlüsse zu bieten versprach.

Das in den Kleidern befindliche Wasser kann eine doppelte Quelle haben, — dasselbe ist entweder dem Wasserdampf der Luft entnommen und wird dann als hygroskopisches Wasser bezeichnet oder es ist durch Benetzung mit Wasser in tropfbar flüssiger Form in die Kleider gelangt und wird als solches durch den Begriff zwischengelagertes oder hängendes Wasser charakterisirt.

Um nun zunächst über das Verhalten des hygroskopischen Wassers Aufschluss zu erhalten wurde folgende Versuchsanordnung getroffen: Von einer Militärmontur fünfter Qualität, bestehend aus Tuchrock, Tuchhose, Drillichrock, Drillichhose, Unterhose, Hemd, Mütze und Mantel wurde zunächst das Trockengewicht in der Weise bestimmt, dass jedes einzelne Stück zu einem Bündel fest zusammengeschnürt, in dem fortdauernd stark geheizten Trockenofen so lange einer Temperatur von 100° C. ausgesetzt wurde, bis sich das Gewicht desselben nicht mehr änderte. Alsdann wurden die Kleidungsstücke in der Stube, im Keller und im Freien aufgehängt und nun von Zeit zu Zeit an dem Orte der Untersuchung wieder gewogen, unter gleichzeitiger Beobachtung der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit der

Digitized by Google

Luft. Letztere Bestimmung geschah mit dem Wolpert'schen Procenthygrometer, dessen Richtigkeit zu öfteren durch das August'sche Psychrometer controlirt wurde.

Diese Versuchsanordnung weicht nur insofern von derjenigen Klas Linroth's bzw. v. Pettenkofer's ab, als ich die von diesen Forschern beobachtete Vorsichtsmaassregel, das zu wägende Stück vor dem jedesmaligen Wiegen in eine gut schliessende Büchse aus Messingblech von bekanntem Gewicht einzuschliessen ausser Acht gelassen habe. Bei den geringen Gewichtssätzen der von v. Pettenkofer und Klas Linroth benutzten Zeugstoffe, die bis auf Zehntel-Milligramme genau zu wägen waren, war jene Vorsichtsmaassregel allerdings ein absolut nothwendiges Erforderniss; für meine Versuche erschien dieselbe aus dem Grunde entbehrlich, weil einmal das Einbringen der voluminösen Bekleidungsgegenstände in eine Kapsel einen grösseren Zeitaufwand beansprucht und damit grössere Fehlerquellen verursacht haben würde, als sich bei dem raschen Wiegen der fest gewickelten Kleidungsstücke ergeben konnten und weil fernerhin bei dem absolut und relativ hohen Gewicht meiner Versuchsobjecte, die nur bis auf ein Gramm genau gewogen wurden, jene kleineren ausserhalb der Leistungsfähigkeit der benutzten Tellerwage liegenden Fehler thatsächlich vernachlässigt werden konnten. Weit effectvoller als jene Vorsichtsmaassregel erschien mir für das Gelingen meiner Experimente der günstige Umstand zu sein, dass ich die Wägungen direct in der Räumlichkeit, deren Einfluss auf die Kleidung constatirt werden sollte auszuführen vermochte und dass ich durch jedesmaliges Auflegen der Gewichte der vorhergegangenen Wägung die nachfolgende mit denkbar grösster Raschheit auszuführen und jederzeit die letztere durch die erstere zu controliren im Stande war. Besonders auch bei der Trockenbestimmung der Kleidung ist mir die Maassnahme raschen Manipulirens erfolgreich zur Hand gegangen und habe ich dabei eine in Folge von Wasseraufnahme aus der Luft entstandene Gewichtsvermehrung der einmal trockenen Kleidung ebensowenig constatiren können, wie eine weitere Gewichtsabnahme derselben, nachdem sie durch mehrere Wägungen hindurch constant geblieben, den einer

Digitized by Google

24- bis 36stündigen Einwirkung einer Temperatur von 100° C. entsprechenden Trockenzustand erreicht hatte.

Dass bei dieser Temperatur noch nicht alles Wasser aus den Kleidern verdrängt war, kann zwar nicht in Zweifel gezogen werden, indessen dürften die Mengen desselben doch verschwindend geringe gewesen sein, welche mit um so grösserem Rechte unberücksichtigt bleiben können, als in dem Trockenverfahren bei höherer Temperatur für die Kleider die Gefahr liegt, dass die organische Faser, wenn nicht chemische Zersetzung, so doch mechanische Veränderungen ihrer Structurverhältnisse erfährt, die ihre wesentlichsten Eigenschaften beeinträchtigen und damit die Klarheit der darüber anzustellenden Versuche trüben kann. Klas Linroth hat nämlich darauf hingewiesen, dass 15 Stunden Zeit nothwendig waren, ehe die aus dem Trockenschrank kommenden Zeugstoffe den dem Feuchtigkeitsgrad der Luft entsprechenden Wassergehalt angenommen hatten. Auch für die Gesammtkleidung findet diese Beobachtung volle Bestätigung, indem dieselbe nachmittags 4 Uhr aus dem Trockenschrank genommen und in der Stube aufgehängt, bei einer fortdauernden relativen Feuchtigkeit von 60—65% und innerhalb der Temperaturschwankungen von 20,0° C. bis 21,6° C. erst am andern Tage von morgens 9 Uhr ab, also erst nach 17 Stunden bei constantem Gewichtsverhältnis blieb. Diese langsame, nach dem Trocknen beobachtete Adaption der Kleidung an die Luftfeuchtigkeit scheint mir schon eine Folge der längeren Einwirkung höherer Temperatur zu sein, da die Kleidung, einmal feucht, bzw. wieder lufttrocken geworden, ihre hygroskopische Arbeit viel rascher und exacter ausführt als wie angegeben. Offenbar liegen hier Verhältnisse vor, wie sie Wolpert an seinem trefflichen Hygrometer beobachtet hat, an welchem eine öftere Befeuchtung wesentlich dazu beiträgt, die Strohfaser für die Luftfeuchtigkeit empfindsamer zu machen.

Als wichtigstes und erstes Ergebniss der auf die beschriebene Weise ausgeführten Untersuchungen möge nun die allgemein bekannte Thatsache angeführt sein, dass das Gewicht der einzelnen Kleidungsstücke je nach dem Aufbewahrungsorte wesentliche Variationen darbot; bald ansteigend, bald sich längere Zeit

Digitized by Google

gleichbleibend, documentirte dasselbe die Mengen hygroskopischen Wassers, welche in ununterbrochener Arbeit von den Kleidern aus der Luft aufgenommen und wieder abgegeben wurden.

Aus Tabelle I, welche die absoluten Zahlen der in den einzelnen Kleidungsstücken des Soldaten bei den verschiedenen äusseren Einflüssen, im Keller und im Freien enthaltenen Gewichtssätze hygroskopischen Wassers darstellt, ist ersichtlich, wie die Gesammtkleidung in dem einen Falle 454, in dem anderen 889g Wasser enthält und in den übrigen Zahlen bald dem einen bald dem anderen der angegebenen Werthe sich nähert [1]).

Tabelle I.

Temperatur	Relative Feuchtigkeit der Luft in %	Gewicht des Wasserdampfes in 1 cbm Luft in grm	Hygroskopisches Wasser in Gramm								
			Mantel	Tuchrock	Tuchhose	Mütze	Drillrock	Drillhose	Unterhose	Hemd	Gesammtkleidung
			trocken 2040 g	trocken 1317 g	trocken 799 g	trocken 192 g	trocken 519 g	trocken 660 g	trocken 358 g	trocken 302 g	trocken 6187 g
a) im Keller:											
17,8	81	12,2	300	184	126	28	62	78	39	34	851
18,0	80	12,3	297	185	128	28	62	78	40	35	853
18,0	85	13,0	307	188	128	29	63	79	39	35	868
19,0	90	14,8	311	194	125	29	65	84	44	37	889
22,0	82	15,8	256	158	108	24	60	74	37	28	745
Mittel: 19,0	84	13,6	294	182	123	28	62	79	40	34	841
b) im Freien:											
* 17,6	81	12,0	304	185	130	28	62	77	36	34	856
18,0	82	12,6	291	183	128	28	62	78	40	35	845
22,0	82	15,8	189	118	80	16	39	50	30	19	541
** 23,4	70	14,6	150	106	66	14	31	42	30	15	454
25,5	65	15,8	150	121	81	18	39	42	17	13	481
Mittel: 21,3	76	14,1	217	145	97	21	47	58	31	23	635

* Windstille. ** Sonnenbestrahlung.

1) Die zahlreichen in der Stube ausgeführten von einander fast durchweg gar nicht oder nur ganz wenig differirenden Wägungen, die keine besonders charakteristischen Gesichtspunkte darboten, wurden deshalb nicht in die Tabelle aufgenommen.

Digitized by Google

Die folgende Tabelle II, welche das hygroskopische Wasser auf 100g trockenes Kleidungsstück veranschaulicht und welche die Verschiedenheit der hygroskopischen Eigenschaft der einzelnen Kleidungsstoffe in der Weise klarlegt, dass die Tuchkleider mehr Wasser aufnehmen als baumwollene und leinene Kleider, dass, wenn die Hygroskopicität für das Hemd = 1 gesetzt wird dieselbe für die Unterhose 1,20, für die Drillichkleider 1,26 und für die Tuchkleider 1,51 beträgt, diese Tabelle gibt uns gleichzeitig über die Ursachen der mehrerwähnten Schwankungen in dem Wassergehalt der Kleider den bestimmtesten Aufschluss, indem sie die Beobachtungen v. Pettenkofer's und Klas Linroth's bestätigend, mit Sicherheit darthut, dass das hygroskopische Wasser in den Kleidern von der relativen Feuchtigkeit der Luft, dem momentanen, in Procenten angegebenen Feuchtigkeitsgehalt der Wasserdampfmenge, welche die Luft enthalten würde, wenn sie mit Wasserdampf vollständig gesättigt wäre, direct abhängig ist und zu derselben in geradem Verhältniss steht. Steigt die relative Luftfeuchtigkeit, so werden die Kleider schwerer, sinkt sie, so nimmt ihr Wassergehalt alsbald wieder ab.

Tabelle II.

	Relative Feuchtigkeit der Luft in %	Temperatur der Luft in ° C.	Gewicht des Wasserdampfes in 1 cm Luft in grm	Auf 100g trocken treffen grm hygroskopisches Wasser								
				Mantel	Tuchrock	Tuchhose	Mütze	Drillrock	Drillhose	Unterhose	Hemd	Gesammtkleidung
im Freien	65	25,5	15,8	7,3	8,4	9,2	8,5	7,0	6,0	4,5	4,1	6,9 %
im Freien	70	23,4	14,6	7,3	7,4	7,6	6,8	5,6	6,0	7,7	4,4	6,6
im Keller	80	18,0	12,3	12,7	12,3	13,8	12,7	10,7	10,6	10,1	10,4	11,7
im Freien	82	22,0	15,8	8,5	8,2	9,1	9,7	7,0	7,0	7,7	5,6	7,6
im Keller	82	22,0	15,8	11,2	10,7	11,9	10,7	10,4	10,1	10,4	8,5	10,5
im Freien	82	18,0	12,6	12,5	12,2	13,8	12,7	10,7	10,6	10,1	10,4	11,6
im Keller	85	18,0	13,0	13,1	12,4	13,8	13,1	10,7	10,7	9,8	10,4	11,8
im Keller	90	19,4	14,8	13,2	12,8	13,6	13,1	11,1	11,1	10,9	10,9	12,0
im Freien	81	17,6	12,0	13,0	12,3	14,0	12,7	10,7	10,4	9,1	10,1	11,8
durchschnittlich betrug	80	20,2	13,8	11,1	10,8	11,9	11,1	9,4	9,3	8,9	8,5	10,2 %

Der Einfluss, welchen die Lufttemperatur hierbei ausübt, tritt gegenüber dem Factor der relativen Feuchtigkeit gänzlich zurück.

Da das Vermögen der Luft, Wasserdampf aufzunehmen, mit deren Temperatur steigt, so erschien die Annahme von vornherein berechtigt, dass bei höheren Temperaturen und gleichzeitig grösserem absoluten Wassergehalte der Luft in den Kleidern reichlichere Mengen hygroskopischen Wassers vorhanden wären, dass also die Kleidung z. B. in einer zur Hälfte mit Wasserdampf gesättigten Luft von 25° C., wobei sie in 1^{cbm} $11{,}43^{g}$ Wasserdampf enthält, feuchter ist als in einer Luft von 5° C., die bei 50% relativer Feuchtigkeit nur $3{,}39^{g}$ Wasserdampf enthält.

Nach diesen Verhältnissen arbeitet die Kleidung in Wirklichkeit aber nicht; denn innerhalb der allerdings nicht ausgedehnten Temperaturschwankungen von 17,6° C. und 25,5° C., wie sie die Tabelle II angibt, ist für die höheren Temperaturen durchaus nicht ein höherer Wassergehalt der Kleidung verzeichnet, vielmehr könnte man aus diesen Tabellen eine Bestätigung der noch allgemein herrschenden gegentheiligen Ansicht herausfinden, dass nämlich die Eigenschaft der Kleidung, Wasser hygroskopisch zu binden, mit dem Sinken der Temperatur wächst und umgekehrt. So enthielt die Gesammtkleidung im Freien bei einer Temperatur von 22,0° C. und 82% relativer Feuchtigkeit 541^{g} und bei 18,0° C. und derselben Feuchtigkeit 845^{g} bzw. auf 100^{g} trocken 5,6% und 11,6% hygroskopisches Wasser.

Indessen auch diese Ansicht kann den Ergebnissen unserer Versuche gegenüber nicht mehr Gültigkeit beanspruchen. In Folge der geringen Temperaturdifferenzen, welche die Versuchszeit während des Sommers bedingte, konnte der Einfluss der Temperatur auf die Hygroskopicität der Kleidung nicht mit aller Schärfe festgestellt werden und es wurden deshalb die bezüglichen Versuche auch in Winterszeit wiederholt.

Die Resultate dieser Beobachtungen, die in Tabelle III möglichst abgekürzt verzeichnet stehen, sind nun aber so evident, dass ein Zweifel nicht mehr möglich ist.

Sie beweisen überzeugend, dass die Temperatur der Luft auf den Gehalt der Kleidung an hygroskopischem

Digitized by Google

Wasser vollständig belanglos ist, da letzterer bei hoher wie bei niedriger Temperatur sich durchaus gleich bleibt, vorausgesetzt, dass nur die relative Feuchtigkeit in beiden Fällen dieselbe ist. Wie ein Blick auf die unter Tabelle III zusammengestellten Durchschnittswerthe zeigt, kommen in dem einen Versuche bei einer Lufttemperatur von 0,6° C. und 78% relativer Feuchtigkeit auf 100g der Gesammtkleidung 9,8% hygroskopisches Wasser, in dem anderen bei 20,2° C. und 80% relativer Feuchtigkeit 10,2g Wasser, — also ganz gleiche Gewichtsverhältnisse, die auch für die einzelnen Kleidungsstücke vollkommen identisch sind und in dieser ihrer Uebereinstimmung die Beobachtungen Klas Linroth's vollkommen bestätigen.

Tabelle III.

Untersuchungsraum	Luft		Gewicht des Wasserdampfes in 1 cbm in grm	Auf 100g trocken treffen grm hygroskopisches Wasser								
	Temperatur in ° C.	relative Feuchtigkeit in %		Mantel	Tuchrock	Tuchhose	Mütze	Drillrock	Drillhose	Unterhose	Hemd	Gesammtkleidung
* Keller	2,0	80	4,5	9,9	10,4	12,5	8,4	8,8	8,0	8,1	8,7	9,4 %
* »	4,0	85	5,4	9,6	10,0	12,5	7,9	8,7	7,9	8,1	7,3	9,0
* »	0,0	80	3,9	10,7	11,3	13,2	10,0	9,4	8,6	9,0	9,7	10,2
** »	0,0	70	3,4	10,3	10,8	12,8	8,9	9,3	8,3	8,4	9,1	9,7
** »	— 0,2	75	3,4	11,1	11,6	13,4	10,0	9,4	8,6	8,4	8,7	10,2
** »	— 2,4	75	3,0	11,1	11,6	13,6	10,0	9,6	8,8	9,0	9,1	10,4
durchschnittlich betrug	0,6	78	3,9	10,5	10,9	13,0	9,2	9,2	8,4	8,5	8,8	9,8 %

* Fenster im Keller geöffnet; starke Zugluft.
** Fenster im Keller geschlossen.

Die Gesetzmässigkeit, welche nach dem oben angeführten Beispiele zwischen dem Sinken der Temperatur und dem Steigen des Wassergehaltes der Kleidung zu bestehen scheint, thatsächlich aber nicht vorhanden ist, wurde jedenfalls durch die nothwendigen Versuchsbedingungen selbst veranlasst. Die Kleider wurden in der Regel vor- und nachmittags gewogen und dabei der relative Feuchtigkeitsgehalt und die Temperatur der Luft notirt. Während der Versuchsdauer konnten natürlich auch Wechselungen der

Digitized by Google

relativen Feuchtigkeit und Schwankungen der Temperatur eintreten, die nicht beachtet wurden, das Gewicht der Kleidung aber alterirten. Dank der Eigenschaft der den schwerwiegendsten Theil der Versuchsobjecte darstellenden Tuchkleidung, das einmal aufgenommene Wasser langsamer wieder abzugeben als die leinene und baumwollene es thut, wurden dann die Gewichtssätze der vorübergehend aufgetretenen und wieder verschwundenen höheren relativen Feuchtigkeit auf die bei der Wägung vorhandene fälschlicher Weise bezogen. Vielleicht auch, dass die Verschiedenheit der Windströmungen jenes Resultat begünstigte, da es sich bei den Versuchen herausstellte, dass Luftbewegung, ebenso directe Sonnenbestrahlung hemmend auf den hygroskopischen Werth der Kleider einwirken. Nur auf die Raschheit und Exactheit der hygroskopischen Thätigkeit der Kleidung scheint die Lufttemperatur von Einfluss zu sein, insofern als bei hoher Temperatur die Schwankungen in dem relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft schneller und sicherer sich in dem Gewicht der Kleidung ausprägen, als bei niedriger.

Das Resumé der vorausgegangenen Betrachtungen liegt darin, dass wir unsere Kleider als hygroskopische Stoffe auffassen müssen, die unabhängig und unbeeinflusst von der Temperatur und der absoluten Menge des Wasserdampfes in der atmosphärischen Luft Wasser anziehen und abgeben, je nachdem der Sättigungsgrad der Luft mit Feuchtigkeit mehr oder weniger vollkommen ist.

Sie sind also in Wahrheit wirkliche Hygrometer, die an Exactheit und Zuverlässigkeit der Arbeit hinter denjenigen Wolpert's, Saussûre's oder Klinkerfuess nicht zurückstehen würden, wenn sie nicht durch alle die, zur Präparirung der Kleider nothwendigen mechanischen und chemischen Be- und Misshandlungen mehr oder weniger in ihrer hygroskopischen Eigenschaft beeinträchtigt wären.

Wie bei den erwähnten künstlichen zur Messung der Luftfeuchtigkeit bestimmten Instrumenten hängt auch bei unseren Kleidern der Effect ihrer hygroskopischen Arbeit von der ihnen zu Theil gewordenen Behandlungsweise ab. Wenn unsere Kleider einmal feucht den Veränderungen der relativen Feuchtigkeit der

Digitized by Google

Luft rasch und prompt und in getrocknetem Zustande nur langsam und träge nachgeben, so ist dies nur eine Illustration der von den Erfindern jener Hygrometer gegebenen Vorschriften, dass, wenn man von ihren Instrumenten zuverlässige Werthangaben erwarten will, ein zeitweiliges Befeuchten des betreffenden hygroskopischen Körpers nothwendig sei.

Nachdem diese allgemeinen Bedingungen für das Verhalten des hygroskopischen Wassers in den Kleidern eruirt waren, erschien es angezeigt, zu prüfen, in wie weit das hygroskopische Verhalten der Kleidung beim Tragen auf dem Körper alterirt wird.

Hierbei wurde die Versuchsanordnung wie oben angegeben befolgt und vorerst nur darauf Rücksicht genommen, dass der Mann, der mit seiner Kleidung dem Versuche diente, keinerlei die Wärmeproduction steigernde Arbeitsleistung vollführte. Nachdem derselbe, vorschriftsmässig angezogen, je 3—4 Stunden lang sitzend oder langsam gehend die Kleidung getragen hatte, wurde ein Kleidungsstück nach dem anderen so rasch als nur möglich ausgezogen, auf die, für den betreffenden Gewichtssatz vorbereitete Wage gebracht, dann wieder angezogen und nach einiger Zeit zur Controle der vorausgegangenen Wägung nochmals ausgezogen

Tabelle IV.

Ort des Versuches	Luft		Hygroskopisches Wasser in grm beim Tragen auf dem Körper						
	relative Feuchtigkeit in %	Temperatur in ° C.	Mantel 2200 g trocken	Tuchrock 1227 g	Hemd 310 g	Tuchhose 840 g	Unterhose 286 g	Mütze 135 g	Gesammt-kleidung 4998 g
in der Stube	50	15,5	122	62	12	39	9	4	248
* im Freien	65	4,2	140	62	12	39	9	5	269
im Freien	80	12,0	170	73	16	68	14	13	354
im Keller	85	6,5	210	88	16	78	14	18	420
im Freien	95	5,0	239	88	16	83	17	18	461
im Durchschnitt	75	8,6	176	77	11	61	14	13	352

* Wind.

und gewogen und schliesslich mehrere Tage lang ausserhalb des Körpers hinsichtlich ihrer Hygroskopicität beobachtet.

Tabelle V.

Ort des Versuches	Luft		Hygroskopisches Wasser in grm ausserhalb des Körpers						
	relative Feuchtigkeit in %	Temperatur in ° C.	Mantel 2200 g trocken	Tuckrock 1227 g	Hemd 310 g	Tuchhose 840 g	Unterhose 286 g	Mütze 135 g	Gesammtkleidung 4998 g
in der Stube	50	30,0	149	80	15	60	13	10	327
im Freien	80	6,6	229	101	26	101	19	10	486
im Keller	85	6,5	224	104	26	97	26	16	493
im Keller	85	2,8	244	123	30	105	24	15	541
im Durchschnitt	75	11,5	211	102	24	91	21	13	465

Das Hauptresultat dieser Experimente liegt nun in der Erfahrung, dass die Kleider auf dem Körper geringere Mengen hygroskopischen Wassers als ausserhalb desselben aufweisen. Bei gleicher relativer Feuchtigkeit von 75 % betrug im ersteren Falle das hygroskopische Wasser der Gesammtkleidung 352 g im letzteren 465 g; die Differenz von 113 g kommt also auf Rechnung der physiologischen Verhältnisse des Körpers. Im Durchschnitt treffen auf 100 g trockener Kleidung 2,2 g weniger, wenn sie auf dem Leibe getragen wird, als im freien Zustande.

Die einzelnen Kleidungsstücke differiren aber wie dies die folgende kleine Tabelle Nr. VI erkennen lässt, die eine Uebersicht über die Tabellen IV und V gibt, in ihrem Wassergehalte von einander in der Weise, dass die den äusseren Einflüssen am nächsten liegenden Kleidungssrücke mehr hygroskopisches Wasser in sich schliessen, als diejenigen, welche mit dem Körper in directer Berührung sind, ohne dass jedoch auffällige Zahlenunterschiede vorliegen.

Eine Ausnahme von diesem Gesetze machen nur die Strümpfe, welche am Körper bedeutend wasserreicher sind, was bei Erwägung der hier obwaltenden physiologischen Secretionsverhältnisse der Haut und der Qualität unseres die Verdunstung hemmenden Schuhwerkes nicht Wunder nehmen kann.

Digitized by Google

Tabelle VI.

Bekleidung	Hygroskopisches Wasser der Kleidung bei 75 % relativer Feuchtigkeit			
	beim Tragen auf dem Körper		ausserhalb des Körpers	
	grm Wasser	%	grm Wasser	%
Mantel	176	7,9	211	11,1
Tuchrock	77	6,1	102	8,5
Hemd	14	4,6	24	7,6
Tuchhose	61	7,3	91	10,1
Unterhose	13	4,4	21	7,2
Mütze	11	9,4	13	9,4
Gesammtkleidung	352	8,6	465	9,0

In den Tabellen IV und V sind die Stiefel und Strümpfe, obwohl sie mit in den Versuch hereingezogen waren, aus dem Grunde nicht aufgenommen worden, weil erstere durch die energischen Versuche des betreffenden Soldaten, die im Trockenschrank hart gewordenen Stiefel durch reichliche Imprägnirung mit Wasser und Stiefelschmiere für das Tragen geschmeidig zu machen, ebenso unbrauchbar für den Versuch geworden waren als die Strümpfe.

Die relative Feuchtigkeit der Luft ist es auch hier, welche die Schwankungen des Wassergehaltes unserer Kleidung auf dem Körper verursacht und bedingt, dass die Kleidung in dem einen Falle 248, in dem anderen 461g hygroskopisches Wasser enthält. Unter dem Einflusse der Körpertemperatur, die eine fortwährende Circulation der Aussenluft durch die Kleider veranlasst, wird die vielleicht nur zur Hälfte mit Wasserdampf gesättigte Aussenluft beim Passiren des Kleidungsstückes zwar erwärmt und zur Aufnahme von grösseren Mengen Wasserdämpfen geeignet gemacht, findet aber an der Oberfläche des Körpers keine Gelegenheit, sich weiter mit Wasserdampf zu sättigen.

Ihre relative Feuchtigkeit, die vorher 50 % betrug, wird also in den Kleidern noch weiter herabgesetzt. Dieser durch die Körpertemperatur bewirkte Effect lässt sich mittels des Wolpert'schen Hygrometers direct nachweisen. Dasselbe zeigte unter der Kleidung

Digitized by Google

auf der Brust getragen den Sättigungsgrad der Luft mit Wasserdampf innerhalb der gewöhnlichen Temperaturschwankungen der Atmosphäre um 15 bis 20 % niedriger als im Freien.

Es bestätigt sich demnach auch hier die oben ausgesprochene Ansicht, dass die Kleider ganz empfindliche Hygroskope sind, welche am Körper den Feuchtigkeitsgrad der Luftschicht, in der sie sich befinden, mit Schärfe anzeigen.

Dies trifft natürlich auch für den Fall zu, dass die auf der Körperoberfläche circulirende erwärmte Luft durch die Thätigkeit der Schweissdrüsen in den Stand gesetzt ist, sich ihrer Temperatur entsprechend mit Wasserdampf zu sättigen. Dann wird der relative Feuchtigkeitsgrad der Luftschicht der Kleider erhöht und die Kleider werden schwerer, — eine Eventualität wie sie bei hoher Aussentemperatur und vermehrter Muskelarbeit gegeben ist.

Die kleine Tabelle Nr. VII enthält in der ersten Columne das Resultat eines Versuches, bei welchem der Mann in dem stark erwärmten Zimmer 2 Stunden lang sitzend sich aufhielt und mässig transpirirte.

Tabelle VII.

Kleidung	Hygroskopisches Wasser (im Zimmer)	
	25° C. 52% relative Feuchtigkeit	15,5° C. 50% relative Feuchtigkeit
Mantel	170g = 7,7 %	122g = 5,5 %
Tuchrock	92 = 7,7	62 = 5,1
Tuchhose	74 = 8,3	39 = 4,6
Hemd	18 = 5,8	12 = 3,9
Unterhose	17 = 5,8	9 = 3,2
Mütze	9 = 6,7	4 = 7,4
insgesammt	380g = 7,0 %	248g = 4,8 %

Als die Kleider nach Beendigung des Versuches gewogen wurden, fanden sich ausser den der Achselhöhle entsprechenden Gegenden des Hemdes keine mit der Hand wahrnehmbaren feuchten Stellen; ihr Gewicht war aber um 132g höher als bei dem in der zweiten Columne angeführten Versuche, welcher in

Digitized by Google

demselben Zimmer bei nahezu derselben relativen Feuchtigkeit aber 15 ° C. vorgenommen wurde. Während in der Wärme auf jedes einzelne Kleidungsstück der Gesammtkleidung durchschnittlich 2,2 % mehr Wasser kam, als bei dem Versuche in mittlerer Temperatur, zeigte die Tuchhose die relativ grösste Differenz, indem sie auf 100 g Trockensubstanz infolge der Verdunstung des Schweisses 3,7 % Wasser mehr enthielt.

Die allgemeine Bedeutung des hygroskopischen Wassers in unsern Kleidern liegt, wie v. Pettenkofer betont hat, zunächst in der Einwirkung, welche das Wasser auf das Wärmeleitungsvermögen und die Wärmecapacität der Stoffe ausübt. Sie wird bei niedriger und hoher relativer Feuchtigkeit, bei niedriger und hoher Temperatur sich anders gestalten.

Bei niedriger Temperatur und hoher relativer Luftfeuchtigkeit werden unsere feuchten Kleider die besten Wärmeleiter, welche die Wärme vom Körper ebensò schnell nach aussen abgeben wie sie die Kälte von aussen zuführen.

Je grösser aber die Differenzen zwischen der Temperatur der Aussenluft und der Eigenwärme des Körpers sind, desto reger wird die Ventilation in unserer Kleidung vor sich gehen und der Hautoberfläche kühlere Luft zuführen, bis sie hinsichtlich ihrer Temperatur und Feuchtigkeit einer Empfindung von Behaglichkeit nicht mehr entspricht. Wir frieren und suchen dieser Störung unseres Wohlbefindens dadurch zu begegnen, dass wir die erwärmende Schicht um unseren Körper vermehren.

Wenn wir uns bei nasskaltem Wetter auch unter dem Ueberzieher nicht erwärmen können, so ist dies wohl darin begründet, dass auch der Ueberzieher, den wir benutzen, sich der relativen Feuchtigkeit der Luft anpasst und in diesem Zustande nur insofern nützt, als er den Leitungsweg verlängert. Bei niedriger Temperatur und niedriger relativer Feuchtigkeit werden wir die Kälte viel weniger empfinden, da wir in unsern Kleidern eine erwärmte, wasserarme Luftschicht besitzen, die einen schlechten Wärmeleiter darstellt.

Mehr noch als bei niedriger Temperatur erscheint das hygroskopische Wasser speciell in den Militärkleidern bei hoher

Digitized by Google

Lufttemperatur beachtenswerth und zwar aus folgenden Gesichtspunkten: Es ist eine auffällige Erscheinung, dass die schwerwiegendsten Momente für die Entstehung einer namentlich in Militärkreisen gefürchteten Krankheit, des Hitzschlages, mit allen den Zuständen zusammenfallen, welche die Menge des hygroskopischen Wassers in den Kleidern vermehren. Hohe relative Luftfeuchtigkeit bei hoher Temperatur, Windstille, Ausschluss der Sonnenbestrahlung, angestrengte Muskelarbeit, die einzeln und gesammt als unbestreitbare Causalmomente jener Krankheit anerkannt sind, stellen gleichfalls die Factoren dar, welche den Wassergehalt der Kleider erhöhen.

Andererseits sind es aber auch wieder die Kleider, welche jenen Gelegenheitsursachen des Hitzschlages Vorschub leisten, denn sie vermehren unter den angegebenen Bedingungen den Feuchtigkeitsgehalt der den Körper umkreisenden Luftschicht, sie absorbiren die Wärme von aussen, sie halten die Einwirkung kühlender Winde auf den Körper zurück und vermögen in feuchtem Zustande durch Friction der Haut eine gesteigerte Secretion derselben zu veranlassen. Nach diesen Erwägungen ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass die Kleider ganz besonders in ihren hygroskopischen Eigenschaften einen nicht zu unterschätzenden Factor bei dem Zustandekommen des Hitzschlages ausüben.

Gegenüber dieser Annahme erlangen die kleineren Erleichterungen, wie sie seitens der Truppenbefehlshaber bei anstrengenden Märschen den Leuten in dem Oeffnen der Kragen, dem Lockern der Halsbinde, dem Aufmachen der Knöpfe gestattet werden, den Werth einer nicht hoch genug zu schätzenden hygienischen Maassnahme.

Weitere Versuche beziehen sich darauf, das Verhalten der Militärkleidung zu dem zwischengelagerten, durch Benetzung aufgenommenen, tropfbar flüssigen Wasser festzustellen.

Es erhellt von vornherein, dass gerade diese Frage für die Militärkleidung von nicht geringer Bedeutung ist. Denn wie der Soldat im Friedens- und Kriegsdienste jederzeit einer vollständigen Durchnässung seiner Kleider, der er nicht nach eigenem Belieben

Digitized by Google

ausweichen kann, gewärtig sein muss und thatsächlich oft genug ausgesetzt ist, so ist es auch einleuchtend, dass durch eine derartige schwerwiegende physikalische Veränderung in der Kleidung die momentane Leistungsfähigkeit des einzelnen Mannes in hohem Grade beeinträchtigt wird und in der Folge Störungen der Gesundheit eingeleitet werden können.

Zur Feststellung der Wasserquanta, welche die einzelnen Kleidungsstücke aufzunehmen vermögen, wurde zunächst folgender Versuch angestellt:

Von einem zweiten, mit dem früheren gleich zusammengesetzten Militäranzuge fünfter Qualität wurde jedes einzelne Bekleidungsstück in einem grossen Fasse mit destillirtem Wasser 10 Minuten lang untergetaucht, dann herausgenommen und nachdem das Wasser so weit abgelaufen war, dass es von dem betreffenden Versuchsstücke nur noch tropfte, gewogen. Alsdann wurde derselbe Uniformtheil von neuem dieselbe Zeit hindurch unter Wasser gesetzt und gewogen, nachdem es zuvor durch meine und des Aufwärters Hände gemeinsam so weit ausgerungen war, als es unserer beiderseitigen Kraftanstrengung eben möglich wurde. Der Grad der auf diese Weise erfolgten Durchtränkung mit Wasser wurde als »ganz nass« für den ersten und als »ausgerungen«

Tabelle VIII.

Kleidungsstück		Wassergehalt in grm		Gewicht der nassen Kleider	
Benennung	Gewicht lufttrocken	ganz nass	ausgerungen	ganz nass	ausgerungen
Mantel	2246	5704	4154	7950	6400
Tuchrock	1256	2694	1644	3950	2900
Tuchhose	895	1955	1235	2850	2130
Mütze	176	324	164	500	340
Drillichhose	698	1402	704	2100	1402
Drillichrock	610	1360	750	1970	1360
Unterhose	361	1109	748	1470	1109
Hemd	295	1025	730	1320	1025
Strümpfe	93	227	83	320	176
Stiefel	1505	420	370	19252	1875
Summa:	8135	16220	10582	24355	18717

Digitized by Google

für den zweiten Theil des Versuches bezeichnet und die für die einzelnen Kleidungsstücke sich dabei ergebenden Werthe in Tabelle VIII zusammengestellt.

Dass die 8135g schwere Gesammtkleidung mehr als das Doppelte ihres Gewichtes an Wasser in ihre Poren einzuschliessen im Stande sei, dass sie über 16 Liter Wasser zu fassen und noch 11—12 Liter zurückzuhalten vermochte, auch wenn sie mit grösster Kraftanstrengung ausgerungen war, überschritt immerhin das Maass meiner Erwartungen.

In der nachstehenden Tabelle sind die einzelnen Bekleidungsstücke in der Weise gruppirt, wie sie der Mann im »Tuchanzug« resp. im »Drillichanzug« auf dem Körper trägt. Man erhält also ein Bild darüber, welche Wassermengen bei vorausgehender Benetzung je nach der Bekleidungsart den Körper belasten.

Tabelle IX.

Kleidungsstück		Wassergehalt in gr		Gewicht der nassen Kleider	
Benennung	Gewicht lufttrocken in gr	ganz nass	ausgerungen	ganz nass	ausgerungen
Tuchrock	1256	2694	1644	3950	2900
Tuchhose	895	1955	1235	2850	2130
Mütze	176	324	164	500	340
Unterhose	361	1109	748	1470	1109
Hemd	295	1025	730	1320	1025
Strümpfe	93	227	83	320	176
Stiefel	1505	420	370	1925	1875
Gesammtkleidung	4581	8754	5774	13335	10355
Hierzu noch Mantel	2246	5704	4154	7950	6400
Gesammtgewicht	6827	14458	9928	21285	16755
Drillichrock	698	1402	704	2100	1402
Drillichhose	610	1360	750	1970	1360
Mütze, Unterhose, Hemd, Strümpfe, Stiefel	2430	4105	2895	6535	5325
Gesammtkleidung	3738	6867	4349	10605	8087

Digitized by Google

Gesetzt, der Mann, der mit Waffenrock, Tuchhose, Hemd, Unterhose, Strümpfen, Stiefel und Mütze bekleidet ist und in dieser Ausrüstung 4581 g lufttrockne Kleidung am Leibe hat, würde von einem ihn bis auf die Haut durchnässenden Platzregen betroffen, so würde er 8754 g und träfe diese Durchnässung auch noch seinen Mantel, so würde er 14458 g mehr Gewicht zu tragen haben als vor dem Regen.

Wenn er mit Hilfe eines Kameraden die triefenden Kleider so weit ausgerungen hätte, dass kein Tropfen mehr aus denselben herauszupressen wäre, so würde er im ersteren Falle immer noch 5774 g und im letzteren 9928 g Wasser mit sich zu schleppen haben.

Hätte aber der Mann an Stelle des Tuchrockes und der Tuchhose Drillichrock und Drillichhose getragen, so würde dieser Anzug, der lufttrocken 3738 g wiegt, um 6867 g Regenwasser im völlig durchnässten Zustande und um 4349 g Wasser nach dem Ausringen der Kleider schwerer geworden sein.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass ein tüchtiger Regenguss unsere Kleider vollständig einweichen kann; ob aber dieselben, auf dem Leibe getragen, wirklich diese unerwartet hohen Wassermengen aufzunehmen vermögen, wie dies artificiell in dem vorliegenden Versuche erreicht wurde, schien mir einer besonderen Prüfung werth. Da ich keine Gelegenheit hatte, die wirkliche durch starken Regen veranlasste Gewichtserhöhung der Kleidung zu constatiren, stellte ich zur Erörterung dieser Frage einen anderen Versuch, welcher militärisch das gleiche Interesse bietet, in der Weise an, dass ich je 2 Leute nach vorheriger Feststellung ihres Körpergewichtes und des Gewichtes ihrer lufttrockenen Kleidungsstücke, die einen im Tuchanzug, die anderen in der Drillichkleidung eine Minute lang bis an die Halsbinde in das Schwimmbassin der Badeanstalt einstiegen liess und nachdem das überschüssige Wasser 2 Minuten hindurch abgelaufen war, dieselben mit der nassen Kleidung wieder wog. Die Ergebnisse lehrt die folgende Tabelle.

Wenn wir die bei diesem Versuche geschaffene Durchnässung der angezogenen Kleider mit den einfach untergetauchten Kleidern

Digitized by Google

Tabelle X a.

Gewicht des Mannes in trockener Kleidung in grm		grm Wasser aufgenommen vom Tuchanzug (Tuchrock, Tuchhose, Unterhose, Hemd, Strümpfe, Stiefel, Leibriemen)		
a.	b.	a.	b.	im Mittel
69400	65750	7100	6250	6675

Tabelle X b.

Gewicht des Mannes in trockener Kleidung in grm		grm Wasser aufgenommen vom Drillichanzug (Drillichrock, Drillichhose, Unterhose, Hemd, Strümpfe, Stiefel, Leibriemen)		
a.	b.	a.	b.	im Mittel
67750	61050	4950	5650	5300

vergleichen (Seite 17), so ergibt sich, dass der Tuchanzug ca. 2 Liter, der Drillichanzug ca. 1½ Liter weniger Wasser aufgenommen hat, als wenn die Kleider allein in das Wasser getaucht wurden. Abgesehen davon, dass vielleicht die kurze Zeitdauer einer Minute nicht vollständig reichte die Kleider völlig zu tränken, liegt der Grund hauptsächlich darin, dass die nassen Kleider auf dem Körper gewissermaassen ausgepresst werden und zwar durch den Druck und die Zerrung, welche die Athembewegungen und andere Muskelthätigkeit auf die nassen Kleider übt. Natürlich kann dieser Druck keine solche Wirkung äussern, wie dieselbe im ersten Versuche als »ausgerungen« bezeichnet ist.

Nehmen somit die Kleider im angezogenen Zustande auch etwas weniger Wasser auf, als wenn sie einzeln untergetaucht werden, so sprechen die Gewichtzunahmen noch hinreichend deutlich genug für die Bedeutung, welche ihnen im militärischen Leben zugesprochen werden muss.

Vor allem ist die ausserordentlich hoch gesteigerte Belastung des Mannes zu beachten. Wenn schon im Frieden eine vollständige Durchnässung des Soldaten die Leistungsfähigkeit des Betroffenen für die Zeit, in der die Kleidung getragen wird, in Frage stellt, so ist dieselbe in Kriegszeiten geradezu verhängnissvoll zu nennen.

Digitized by Google

Man vergegenwärtige sich nur, dass der deutsche Infanterist im Felde ohne Feldbeil und Spaten, welche nur abwechselnd von einem und demselben Manne getragen werden, in seiner Bekleidung, Ausrüstung und Bewaffnung im Durchschnitt mit 30260 ^{g} belastet ist. Die Last ist so gross, dass seitens der Militärverwaltung mit strengster Sorgfalt jede weitere auch nur grammweise Vermehrung desselben als bedenklich vermieden wird. Diesem ständig zu tragenden Gewichte etwa noch 10 ^{kg} hinzuzusetzen, kann nichts anderes zur Folge haben, als den Mann, dessen Arbeitsleistung bereits auf das höchste angespannt ist, frühzeitig zu erschöpfen.

Diese Eventualität ist aber in Kriegszeiten, abgesehen davon, dass sie jederzeit durch einen starken Regenguss veranlasst werden kann, auch sonst nicht zu vermeiden. Oft genug können wir in Feldzugsberichten lesen, dass diese oder jene grössere oder kleinere Truppenabtheilung auf dem Vormarsche oder auf dem Rückzuge ein tiefes Wasser passiren musste. So fand ich in dem Berichte des Generalstabswerkes über die Schlacht von Wörth, dass nicht weniger als 20 preussische Compagnien vom Füsilier-Regiment Nr. 37, vom 47. und 87. Regimente auf ihrem Vormarsche die angeschwollene Sauer bald bis an den Gürtel, bald bis an die Achseln durchwateten. Wenn wir annehmen, dass diese sämmtlichen Compagnien bis an die Halsbinde im Wasser gewesen wären, und wenn wir dafür die jedenfalls nicht unbeträchtliche Wasseraufnahme des Tornisters und seiner Effecten dabei ganz ausser Acht lassen, so würden jene 4000 Mann — die Compagnie nur zu 200 Mann berechnet —, als sie triefend das jenseitige Ufer der Sauer erreichten, im Minimum 26700 Liter Wasser in ihren Kleidern aus dem Flusse herausgeschleppt haben. Leider ist über das spätere Schicksal dieser durchnässten Truppen, namentlich über die Marschleistung derselben aus dem betreffenden Werke nichts ersichtlich. Die Thatsache aber, dass, wie das Generalstabswerk berichtet, unmittelbar nach dem Uebergange über die Sauer von diesen Truppenkörpern keine Erfolge errungen werden konnten, dass sie alle und einzeln wiederholt zurückgeworfen wurden, verdient neben diesen Betrachtungen registrirt zu werden.

Digitized by Google

Die einer hochgradigen Durchtränkung der Kleider mit Wasser gegenüberstehenden Bedenken haben übrigens seitens der Militärverwaltung volle Würdigung gefunden. Die Bestimmung, dass der Mantel auf dem Marsche in gerolltem Zustande getragen werden soll, ist gewiss nicht allein aus Gründen der Zweckmässigkeit der Verpackung und der Bequemlichkeit des Transportes erlassen, sondern hat zweifellos auch für die Militärhygiene eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Der Mantel ist nur als Schutzmittel gegen Kälte und Wind brauchbar und soll dem Manne, wenn seine andere Kleidung durchnässt ist, ein trockenes und warmes Unterkunftsmittel gewähren. Als Schutzmittel gegen Regen kann er keine Verwendung finden, da er allein 6 Liter Wasser aufzunehmen und noch über 4 Liter zurückzubehalten vermag, wenn er vollständig ausgerungen ist. Hindert derselbe schon in trockenem Zustande infolge seines nicht unbedeutenden Gewichtes die Bewegungen des Mannes, so würde er, durchnässt, die Kräfte seines Trägers in bedenklichster Weise aufs Spiel setzen. Das Scherzwort: Was nutzt der Mantel, wenn er nicht gerollt ist, gewinnt nach diesen Betrachtungen den Werth einer militärischen Gesundheitsregel.

Eine allgemeine, nicht bloss auf das Leben des Soldaten sich erstreckende Bedeutung verdienen die durchnässten Kleider ferner in ihren Beziehungen zur Wärmeabgabe des Körpers. Wie schon oben darauf hingewiesen wurde, untercheiden sich hierbei die trockenen Kleider dadurch von den nassen, dass jene in ihren Poren Luft, also einen schlechten Wärmeleiter, diese Wasser, also einen guten Wärmeleiter, enthalten. Durch die nasse Kleidung wird die vom Körper ausgehende Wärme rasch auf die umgebende Luft übertragen und die warme Luftschicht, die bei trockenen Kleidern um unsere Körperoberfläche unserem Wohlbefinden dient, kommt bei nassen Kleidern in Wegfall. Unsere Hautnerven werden dadurch gewissermaassen mit der äusseren kühleren Temperatur in directe Berührung gebracht und empfinden die zwischen der Haut und der äusseren Luft bestehende Temperaturdifferenz als Frostgefühl.

Um über den Wärmeaustausch zwischen der Haut und der Aussenluft bei nassen Kleidern eine Vorstellung zu erhalten, erschien

Digitized by Google

es mir zunächst geboten, die Raschheit der Wasserverdunstung aus den benetzten einzelnen Kleidungsstücken bei verschiedenen klimatischen Verhältnissen zu beobachten.

Ich verfolgte zu diesem Zwecke die Wasserabgabe der Kleidung zur Sommerszeit im Freien und zur Winterszeit im Keller bei offenen Fenstern, so zwar, dass ich von zwei verschiedenen Garnituren, welche vollständig benetzt und dann wieder nach Möglichkeit ausgerungen waren, die Gewichtsänderungen von 2 zu 2 Stunden constatirte. Die Tabelle Nr. XI gibt über diese Vorgänge einen Ueberblick. Ich bemerke hierbei, dass sich die grösseren Uniformstücke nicht so weit ausringen lassen, dass sie, aufgehängt, nicht mehr tropften. Etwas Wasser sickert anfangs noch, dem Zuge der Schwere folgend, aus den oberen Partien des aufgehängten Kleidungsstückes in die tiefer gelegenen und tropft dann ab, sobald der Sättigungsgrad des letzteren erreicht ist. Dieses abgeträufelte und für jedes einzelne Kleidungsstück gewogene Wasserquantum wurde natürlich von dem bei der

Tabelle XI a.

Wasserverdunstung im Sommer.

Kleidungsstück			Es verdunsteten grm Wasser im Sommer						
			von 2 zu 2 Stunden					Gesammt-Wasserverdunstung	
Benennung	wiegt grm lufttrocken	enthält grm Wasser	Temperatur	1. Periode 25—27° C.	2. Periode — 28,6° C.	3. Periode — 26,1° C.	4. Periode — 21,4° C.	Mittel-Temperatur	% Feuchtigkeit
			% Feuchtigkeit	55 %	60 %	65 %	85 %	26,1° C.	64 %
Mantel	2246	4234	—	1860	640	186	4	2690	
Tuchrock	1256	1834	—	1276	330	76	11	1693	
Tuchhose	895	1275	—	868	140	59	6	1073	
Mütze	176	246	—	82	70	77	2	231	
Drillichrock	610	720	—	420	180	118	3	721	
Drillichhose	698	732	—	230	180	130	26	566	
Unterhose	361	659	—	150	80	77	32	339	
Hemd	295	555	—	350	70	80	12	512	
Summa:	6537	10255	—	5236	1690	803	96	7825	

Digitized by Google

Tabelle XI b.
Wasserverdunstung im Winter.

Kleidungsstück			Es verdunsteten grm Wasser im Winter						
			von 2 zu 2 Stunden					Gesammt Wasserverdunstung	
Benennung	wiegt grm lufttrocken	enthält grm Wasser	Temperatur	1. Periode 3,0–3,4° C.	2. Periode — 4,2° C.	3. Periode — 4,0° C.	4. Periode — 3,4° C.	Mittel-Temperatur	relative Feuchtigkeit
			relative Feuchtigkeit	80 %	75 %	70 %	70 %	4,1° C.	73 %
Mantel	2180	4240	—	212	235	254	138	839	
Tuchrock	1391	1524	—	70	84	158	102	414	
Tuchhose	850	1280	—	39	55	100	63	257	
Mütze	170	166	—	7	8	10	13	38	
Drillichrock	597	771	—	50	80	70	44	244	
Drillichhose	681	704	—	30	58	85	55	228	
Unterhose	378	627	—	38	45	57	53	193	
Hemd	315	401	—	44	50	33	14	141	
Summa:	6562	9713	—	490	615	767	482	2354	

jedesmaligen Wägung gefundenen Gewichtsverlust des betreffenden Kleidungsstückes in Abzug gebracht und so die in den einzelnen Perioden wirklich zur Verdunstung gelangte Wassermenge ermittelt. Uebrigens währte das Tropfen der ausgerungenen Uniformstücke nur kurze Zeit und war beim Mantel, dem schwersten Kleidungsstück, bereits nach einer halben Stunde beendet.

Wie das hygroskopische Wasser in der lufttrockenen Kleidung, so ist auch der Verdunstungsprocess des hängenden Wassers direct abhängig von der relativen Feuchtigkeit der Luft. Die Temperatur, die auf die Menge des hygroskopischen Wasser belanglos ist, spielt aber hierbei eine sehr wichtige Rolle. Während bei hoher Temperatur die Verdampfungscurve des Wassers in den Kleidern ausserordentlich rasch und steil ansteigt, schon in den ersten 2 Stunden ihr Maximum erreicht und dann ziemlich rasch abfällt, geht sie bei niedriger Temperatur nur ganz allmählich in die Höhe, kommt erst nach Verlauf von 6 Stunden auf ihren Gipfel, ohne nur im entferntesten damit die Höhe der ersten Curve zu

Digitized by Google

erreichen und fällt dann ganz allmählich wieder herab. Innerhalb gleicher Zeiträume und fast gleicher relativer Feuchtigkeit verdunsteten bei hoher Temperatur 7825, bei niedriger nur 2354g Wasser und während bei ersterer das Gewicht der lufttrockenen Kleidung schon nach 10 Stunden wieder erreicht war, machten sich bei letzterer die Schwankungen des hygroskopischen Wassers erst nach 96 Stunden bemerkbar.

Wie die Wasserabgabe der durchnässten Kleidung auf dem Körper erfolgt, habe ich in Berücksichtigung der gesundheitlichen Momente, welche ein solcher Versuch für die herangezogenen Leute in sich schliessen konnte, natürlich nur in beschränkter Weise zu beobachten vermocht; ich habe jene Leute, welche ich mit der Kleidung im Flusse untertauchen liess, nur 75 Minuten lang von Viertel- zu Viertelstunde in ihren nassen Kleidern gewogen und nach Beendigung des Versuches den Wassergehalt jedes einzelnen Kleidungsstückes festgestellt. Die folgende Tabelle gibt den Wasserverlust der auf dem Körper getragenen, vorher durchnässten Kleidung.

Schon hieraus scheint mir das Gesetz ersichtlich, nach welchem der Körper der ihm fremdartigen Einwirkung durchnässter Kleidung mit allen Kräften entgegenarbeitet. Die Tabelle XII spricht aus,

Tabelle XII a.

Abtrocknung des Tuchanzuges.

Zeit	Tuchanzug: Tuchrock, Tuchhose, Unterhose, Hemd, Strümpfe, Stiefel, Leibriemen, Halsbinde; Gewicht lufttrocken im Durchschnitt: 4707g; Gramm Wasser aufgenommen im Durchschnitt: 6675g — Wasser abgegeben	
	Gewicht	Von 100g aufgenommenen Wassers %
Nach 15 Minuten	2700g	40 %
» 30 »	525	8
» 45 »	225	3
» 60 » *	426	6
» 75 »	175	3
Summa:	4050g	60 %

* Die Leute machten wegen Frostgefühl vorübergehend Laufschritt.

Digitized by Google

Tabelle XII b.
Abtrocknung des Drillichanzuges.

Zeit	Drillichanzug: Drillichrock, Drillichhose, Unterhose, Hemd, Strümpfe, Stiefel, Leibriemen, Halsbinde; Gewicht lufttrocken im Durchschnitt: 4105 g; Gramm Wasser aufgenommen im Durchschnitt: 5300 g	
	Wasser abgegeben	
	Gewicht	Von 100 g aufgenommenen Wassers %
Nach 15 Minuten	1600 g	31 %
» 30 »	650	12
» 45 »	500	10
» 60 »	500	10
» 75 »	225	4
Summa:	3475 g	67 %

dass nach 1 ¼ Stunde von der Tuchkleidung 60 %, von der Drillichkleidung 67 % des gesammten aufgenommenen Wassers wieder abgegeben waren und dass innerhalb der ersten 15 Minuten nach der erfolgten Durchnässung in dem einen Falle 40 %, in dem anderen 31 % des absorbirten Wassers wieder verschwunden war. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der gesammte Wasserverlust nicht allein auf Rechnung der Verdunstung kommen kann, sondern zu einem nicht ganz unbedeutenden Bruchtheil durch das von den Kleidern abtropfende Wasser veranlasst wurde. Jedenfalls aber kann durch letzteres die Gesetzmässigkeit nicht alterirt werden, dass sobald die Kleider auf dem Körper durchnässt werden, sofort eine ausserordentlich rege Verdunstung eintritt, die ganz analog wie bei dem Versuche zur Feststellung des Verdunstungsmodus bei hoher Temperatur und dank der höheren Eigenwärme des Körpers nur noch auffälliger und intensiver verläuft.

Gleichzeitig kommen auch die charakteristischen Eigenschaften unserer Kleidungsstoffe hierbei zur Geltung, insofern die in der Tuchkleidung vertretene Wolle zwar die absolut und relativ grössten Wassermengen aufsaugt, aber nur langsam dieselbe wieder abgibt, während die Leinwand der Drillichkleidung in kurzer Zeit das

Digitized by Google

aufgenommene Wasser verdunsten lässt. Beim Tragen der nassen Kleidung verdient aber ferner vorzugsweise der Umstand berücksichtigt zu werden, dass die Kleider hier nicht gleichmässig trocknen, da einerseits die der Haut direct aufliegenden Kleidungsstücke innerhalb einer bei hoher Temperatur mit Wasserdampf gesättigten Luftschicht sich befinden, die entfernter nach aussen gelegenen aber mit der atmosphärischen, weniger warmen und weniger mit Feuchtigkeit gesättigten Luft in Berührung sind, andrerseits aber das Wasser aus den die oberen Regionen des Körpers umhüllenden und völlig durchnässten Kleiderschichten nach den tiefer gelegenen sich zieht und in diesen der wirkliche Austrocknungsprocess später als bei jenen und erst dann bemerkbar wird, wenn von obenher der Wasserzufluss aufgehört hat.

Die Tabelle XIII lehrt, in welcher Reihenfolge die Austrocknung der einzelnen Kleidungsstücke am Leibe stattfand, indem der Wassergehalt in Procent der lufttrockenen Kleidungsstücke angegeben ist.

Es ist also klar, wie der Austrocknungsprocess der Kleidung nach zwei Richtungen von aussen nach innen und von oben nach unten vor sich geht. Während mit Beendigung des Versuches, also 75 Minuten nach der erfolgten Benetzung der Kleider, der Tuchrock nur noch 52 Gew.-Proc. Wasser enthielt, waren in den Tuchhosen 77 Gew.-Proc. Wasser und in den Unterhosen sogar 121 Gew.-Proc. Wasser vorhanden. Ebenso zeigt das Hemd

Tabelle XIIIa.
Tuchanzug.

Kleidungsstück		Wassergehalt 75 Minuten nach Durchnässung	
Benennung	Gewicht in grm lufttrocken	betrug in grm	Auf 100 g lufttrocken Kleidungsstück = % Wasser
Tuchrock	1298	683	52 %
Tuchhose	840	645	77
Unterhose	358	433	121
Hemd	323	188	58
Strümpfe	75	118	157
Stiefel	1378	340	25

Digitized by Google

Tabelle XIII b.
Drillichanzug.

Kleidungsstück		Wassergehalt 75 Minuten nach Durchnässung	
Benennung	Gewicht in grm luft-trocken	betrug in grm	Auf 100 g lufttrocken Kleidungsstück = % Wasser
Tuchrock	840	330	39 %
Tuchhose	583	375	65
Unterhose	310	423	118
Hemd	310	130	42
Strümpfe	175	215	138
Stiefel	1663	370	23

einen grösseren Feuchtigkeitsgehalt als der Tuchrock, obwohl das Absorptionsvermögen für Wasser bei der Wolle anerkanntermaassen beträchtlich höher ist als bei der Leinwand. Dieselbe Gesetzmässigkeit wie bei der Tuchkleidung offenbart sich auch bei der Drillichkleidung; nur ergeben sich hier, weil der Verdunstungsprocess rascher vor sich ging als dort, niedrigere Zahlenwerthe.

Der ausserordentlich grosse Wasserreichthum der Strümpfe, der das eine Mal 138 %, das andere Mal 257 % betrug, ist aber nicht allein durch die erwähnten physikalischen Verhältnisse bedingt; die wichtigste Ursache desselben liegt wohl in der Form und Beschaffenheit unseres Schuhwerkes. Als eine wasserdichte und die Verdunstung des Wassers von den Strümpfen hemmende Schichte, bleiben die Füsse und Strümpfe lange Zeit hindurch nass, wie dies etwa für den Hals unter der Einwirkung eines Priessnitz'schen Umschlages geschieht.

Da zahlreiche Erfahrungen die Thatsache bestätigen, dass die Erkältungen der Füsse bei den verschiedensten Leiden eine wichtige causale Rolle spielen, stellte ich speciell mehrere Versuche über den Verdunstungsprocess nasser Fussbekleidung zugleich in der Absicht an, die Unterschiede in der Wasserabgabe zwischen wollenen, baumwollenen Strümpfen und Fusslappen kennen zu lernen. Obwohl diese Untersuchungen, wie ich vorausschicken

Digitized by Google

muss, zu keinem für die Praxis verwerthbaren Resultate geführt haben, möchte ich doch nicht unterlassen, das Ergebnis derselben kurz anzuführen.

Die Versuchsordnung war folgende:

Je vier Leute zogen wollene, baumwollene Strümpfe sowie Fusslappen an und liefen dann mit den Stiefeln 10 Minuten lang bis an die Knöchel in mässig warmem Wasser. Alsdann wurde die Fussbekleidung jedes einzelnen Mannes schnell gewogen, darauf von demselben wieder schnell angezogen und nun von halber zu halber Stunde wieder gewogen, bis sich das Gewicht derselben nicht mehr änderte.

Der zweite Versuch war von dem ersten nur insoweit verschieden, als die Leute in so tiefem Wasser marschirten, dass das Wasser oben zu den Schäften hereinlief, und so weit dasselbe nachher überschüssig in der Stiefelhöhle vorhanden war, vor der ersten Wägung aus derselben ausgeschüttet wurde.

Im dritten wurden die Stiefeln trocken gelassen, die Strümpfe vor dem Anziehen mit Wasser vollständig gesättigt und durch die Wringmaschine ausgepresst. Im übrigen war der Versuch wie bei 1 und 2. Alle drei Versuche wurden im warmen Zimmer unternommen.

Der erste Versuch sollte also ein Bild von dem Verdunstungsmodus bei wenig, der zweite bei viel Wasser in der Fussbekleidung veranschaulichen, der dritte aber die beiden vorausgegangenen Versuche controliren. In der folgenden Tabelle Nr. XIV stellt jede einzelne Zahl den Durchschnittswerth der an je vier Personen ausgeführten Wägungen dar.

Das Resumé dieser Tabelle kurz zusammengefasst geht dahin, dass die wollenen Strümpfe nur langsam und träge die Feuchtigkeit aufnehmen, während baumwollene Strümpfe und Fusslappen das mit ihnen in Berührung kommende Wasser mit Begierde aufsaugen. So kamen im ersten Versuche auf 100 Gewicht wollene Strümpfe nur 57 Theile Wasser, während von 100^{g} Baumwolle 87 und von 100^{g} Fusslappen sogar 222^{g} Wasser absobirt wurden.

Sobald indessen das Wasser in grösseren Mengen auf die Fussbekleidung einwirkt, wird das Verhältniss umgekehrt, jetzt

Digitized by Google

Tabelle XIV a.

Wasseraufnahme der Fussbekleidung.

Benennung	Gewicht lufttrocken grm	Wasser-Aufnahme grm	100 g Stoff enthält % Wasser	Bemerkungen
Wollene Strümpfe	89	51	57	10 Minuten bis an die Knöchel im Wasser
Baumwollene Strümpfe	99	86	87	
Fusslappen	70	155	222	
Wollene Strümpfe	111	273	245	10 Minuten bis über die Schäfte im Wasser
Baumwollene Strümpfe	102	219	216	
Fusslappen	67	138	206	
Wollene Strümpfe	112	55	49	Fussbekleidung nass, durch die Maschine ausgepresst. Stiefel trocken
Baumwollene Strümpfe	100	72	72	
Fusslappen	78	46	59	

Tabelle XIV b.

Wasserverdunstung vom Fusse.

Anzahl der Stunden	10 Minuten bis an die Knöchel im Wasser						10 Minuten bis über die Schäfte im Wasser						Fussbekleidung ganz nass; Stiefel trocken					
	Wasserabgabe grm			Von 100 g Wasser verdunsteten % Wasser			Wasserabgabe grm			Von 100 g Wasser verdunsteten % Wasser			Wasserabgabe grm			Von 100 g Wasser verdunsteten % Wasser		
	wollene Strümpfe	baumwollene Strümpfe	Fusslappen	wollene Strümpfe	baumwollene Strümpfe	Fusslappen	wollene Strümpfe	baumwollene Strümpfe	Fusslappen	wollene Strümpfe	baumwollene Strümpfe	Fusslappen	wollene Strümpfe	baumwollene Strümpfe	Fusslappen	wollene Strümpfe	baumwollene Strümpfe	Fusslappen
1	18	28	64	35	33	41	93	41	22	34	19	16	32	42	30	58	58	65
2	10	20	26	20	23	17	48	39	28	18	18	20	18	14	13	33	19	28
3	2	21	19	4	24	12	30	28	21	11	13	15	7	9	8	13	13	17
4	0	0	10	0	0	6	28	23	17	10	11	12	2	3	2	4	4	4
5	5	7	11	10	8	7	19	20	10	7	9	7	2	1	1	4	1	2
6	0	1	5	0	1	3	12	13	8	4	6	6	—	—	—	—	—	—
7	3	4	5	6	5	3	9	13	6	3	6	4	—	—	—	—	—	—
8	2	1	3	4	1	2	12	12	6	4	5	4	—	—	—	—	—	—
9	2	2	2	4	2	1	4	4	2	1	2	1	—	—	—	—	—	—
Sa.	42	84	145	83	97	92	255	193	120	92	89	85	61	69	54	112	95	116

saugen sich die wollenen Strümpfe in hohem Grade voll und vermögen unter den drei verschiedenen Stoffen die grösste Menge Wasser zu absorbiren. Im 2. Versuche, in welchem das Wasser über die Stiefelschäfte hereinlief, nehmen die 111g wiegenden wollenen Strümpfe 273g Wasser auf = 245%, während von den Fusslappen 206% und von den baumwollenen Strümpfen 216% Wasser festgehalten wurden.

In dem Verdunstungsmodus sind an und für sich keine auffallenden Differenzen zwischen den einzelnen Stoffen bemerkbar und wohl auch nicht zu erwarten, da innerhalb einer mit Wasserdampf gesättigten Luft, wie sie in der Höhlung des Stiefels bei Vorhandensein nasser Strümpfe gegeben ist, und bei andauernd gleicher Temperatur die charakteristischen Eigenschaften des betreffenden Strumpfmaterials der Wolle und der Baumwolle mehr oder weniger in den Hintergrund treten. Trotz der die Verdunstung des Wassers hemmenden Lederstiefel wurde innerhalb der 1. Stunde beim Versuche 1 über ein Dritttheil des gesammten aufgenommenen Wassers, gleichviel ob in den wollenen und baumwollenen Strümpfen oder in den Fusslappen vorhanden, durch Verdunstung wieder entfernt. Von der zweiten Stunde ab geht die Verdunstung aber viel langsamer vor sich und klingt schliesslich ganz allmählich aus, bis die durch die Schweisssecretion des Fusses veranlassten Schwankungen vortreten.

Im 1. wie im 2. Versuche erforderte der Verdunstungsprocess 9 Stunden, im 3. Versuche, in welchem die Stiefeln trocken gelassen worden waren, nur 6 Stunden. Diese Verdampfungsleistung des Körpers scheint nur bei den wollenen Strümpfen insoweit unterstützt zu werden, als bei diesen allein auch im vollständig durchnässten Zustande die charakteristische Verdunstungscurve in ausgeprägter Weise zur Geltung gelangt; im 2. Versuche geben die wollenen Strümpfe innerhalb der ersten Stunde denselben Procentsatz an Wasser wie im 1. Versuche ab, während die völlig durchnässten baumwollenen Strümpfe anstatt des Drittels wie im 1. Versuche nur ein Fünftel des Wassers zur Verdampfung bringen und die Fusslappen erst in der 2. Stunde so weit trocken sind wie die baumwollenen Strümpfe in einer Stunde trockneten. Bei

Digitized by Google

sämmtlichen 3 Versuchen klagten die Leute über keinerlei unangenehme Nachwirkung der nassen Bekleidungsgegenstände. Im warmen Zimmer befindlich war nur der Fuss der Abkühlung ausgesetzt und der übrige Körper unter günstigen Bedingungen.

Es darf aber als erwiesen angenommen werden, dass die durch nasse Kleider veranlasste Abkühlung der äusseren Haut in directem Zusammenhange steht mit den vielen sogenannten rheumatischen Affectionen und mit den Catarrhen der Schleimhäute. Gerade diese Erkrankungen sind beim Militär ausserordentlich häufig. Auffallend erscheint hierbei die von jedem Militärarzt gemachte Beobachtung, dass solche Fälle nicht gleichmässig vertheilt über den Gesammttruppenkörper einer Garnison oder Kaserne in Zugang kommen, wie dies bei der vollständig gleichen Lebensweise, bei der gleichen Einwirkung ungünstiger Witterung auf den einzelnen Mann von vornherein erwartet werden sollte. Meist sind es immer dieselben Truppenabtheilungen, bei denen diese Erkrankungsfälle gehäuft immer und immer wieder vorkommen. Die Annahme, dass diese Differenzen in der verschiedenartigen Auffassung der Schädlichkeit nasser Kleider seitens der Truppenbefehlshaber begründet sein könnten, entbehrt vielleicht nicht der factischen Berechtigung.

Das Bedürfnis des Menschen nach trockener Kleidung ist so gross, dass die Bestrebungen vollberechtigt erscheinen, durch geeignete Mittel die Aufnahmefähigkeit der Kleider für Wasser zu verringern oder zu vermindern. Selbstverständlich darf hierdurch nicht die Durchlässigkeit der Kleidungsstoffe für Luft aufgehoben werden, wie dies bei den bekannten Gummimänteln und ähnlichen Bekleidungsstoffen der Fall ist.

Vom theoretischen Standpunkte aus erscheinen die Eigenschaften der Porosität und der behinderten Wasseraufnahme eines Kleidungsstückes ganz wohl vereinbar. Die thierische Gewebsfaser nimmt im gefetteten Zustande kein oder wenig Wasser auf und folgt dann den Veränderungen der Luftfeuchtigkeit sehr wenig. Bei Herstellung der Hygroskope werden die complicirtesten Manipulationen und Präparationen vorher vorgenommen, um das zum Hygroskope bestimmte Haar so weit zu entfetten, dass es

Digitized by Google

nun sicher die Schwankungen der Luftfeuchtigkeit anzeigt. Die Wasservögel sind der sprechendste Beweis, dass eine starke Bekleidungsschichte trotz der grössten Porosität durch die geringe Einfettung vollkommen wasserdicht erhalten werden kann. Wenn es auch nicht möglich ist, die zu unseren Kleidern verwendete Wolle in ihrem natürlichen Fettzustande zu verarbeiten, so liegt die Lösung des Problems, wasserdichte und poröse Kleidung herzustellen, darin, die Gewebsfaser mit anderen und dauerhaften Stoffen zu imprägniren, welche ähnlich dem Fette die Wasseraufnahme und Imbibition des Gewebes erschweren. Seit Jahren sind hiermit namhafte Firmen und wie es scheint mit bester Aussicht auf Erfolg beschäftigt. Ueber die Wirkungsweise solcher wasserdicht gemachten Stoffe stellte ich in der Art einen Versuch an, dass ein alter Militärmantel vorher zu denselben diente und dann nach dem Verfahren der Herren Falkenburg in Magdeburg imprägnirt auf sein Verhalten gegenüber Wasser wieder geprüft wurde.

Vor und nach der Präparation wurde der Mantel jedesmal eine halbe Stunde lang vollständig unter Wasser getaucht und dann von Viertelstunde zu Viertelstunde wieder gewogen, um so die Wasserimbibition und die Raschheit der Wasserdampfung kennen zu lernen.

	Gewicht lufttrocken	1.	2.	3.	4.
		Wägung			
Mantel nicht präparirt:	2200	4990	4690	4540	4440
» wasserdicht präparirt:	2120	3590	3440	3390	3370

Es hat demnach grm Wasser aufgenommen:

	1. Wägung	2. Wägung	3. Wägung	4. Wägung
Mantel nicht präparirt:	2790	2490	2340	2240
» wasserdicht präparirt:	1470	1320	1270	1250
Differenz:	1320	1170	1070	990

Die zu Gunsten des wasserdicht präparirten Mantels sich ergebende Differenz ist um so beachtenswerther, weil sie von einem alten und stark abgenutzten Mantel gewonnen wurde.

Digitized by Google

Jedenfalls hat das Verfahren ein günstiges Resultat insoferne ergeben, als nicht nur die absolute Wasseraufnahme verringert wurde, sondern auch die Wassermengen, die in gleichen Zeiten verdunsteten, geringer ausfielen.

Es wäre wichtig, die Versuche mit imprägnirten neuen Kleidungsstücken zu wiederholen, in welchen sich die Verhältnisse wegen der dichteren und unversehrten Gespinstfasern wohl noch vortheilhafter gestalten als bei dem alten Militärmantel.

Bei den verschiedenartigen Benetzungen der Kleidungsstücke ergab sich, dass in die Flüssigkeit, zu welcher jedesmal destillirtes Wasser gewählt wurde, reichliche Mengen von Verunreinigungen übergingen.

Es ist begreiflich, dass die porösen Kleidungsstoffe die geeignetsten Behälter sind Verunreinigungen aufzunehmen, welche sofort den besten Nährboden für Zersetzungen und die Vermehrung von niederen Organismen abgeben, soferne nur die genügende Wassermenge hinzukömmt.

Bei einer Montur bestimmte ich die in derselben vorhandenen Kochsalzmenge, welche in das zur Benutzung verwendete Wasser überging. Es fand sich folgender Kochsalzgehalt:

Mantel	11,745 g Kochsalz
Tuchrock . . .	16,425
Tuchhose . . .	0,787
Mütze	0,126
Drillichrock . . .	0,330
Drillichhose . . .	0,258
Unterhose . . .	0,234
Hemd	0,054
Summa:	29,959 g Kochsalz.

Dieser nicht unbeträchtliche Gehalt an Kochsalz findet seine Erklärung zum Theil darin, dass die Tuchmacher die Schafwolle, um sie besser zu entfetten und reiner zu waschen, mit Urin »schweissen«. Eine Auswaschung solcher mit Urin durchtränkter

Digitized by Google

Tuchstoffe wird kaum bis zur Reinheit im chemischen Sinne erzielt werden, und thatsächlich enthalten auch vollständig neue Kleidungsstoffe mehr oder weniger Kochsalz.

Der Kochsalzgehalt der von mir untersuchten alten Militärkleidung ist aber ferner dadurch bewirkt, dass die Kleider in kochsalzhaltigem Brunnenwasser gewaschen wurden und beim Verdunsten der grossen Wassermengen das Kochsalz mit allen andern Stoffen, die das Wasser enthielt, in der Kleidung verbleiben.

Die oben erhaltenen Kochsalzwerthe geben einen deutlichen Hinweis, welche Bedeutung auf die Reinheit der Kleidung zu legen ist, wie wichtig die Verwendung reinen und reichlichen Wassers zur Wäsche ist.

Digitized by Google

Ueber Desinfection der ostindischen Post als Schutzmittel gegen Einschleppung der Cholera in Europa[1]).

Von

Dr. Max v. Pettenkofer.

Obschon ich mich nie mit Untersuchungen über die specifischen Ursachen der Infectionskrankheiten befasst habe, habe ich doch bei meinen epidemiologischen Untersuchungen über örtliche und zeitliche Disposition für Cholera und Abdominaltyphus aus allgemeinen wissenschaftlichen Gründen stets Mikroorganismen als Ursachen angenommen und dies auch bereits zu einer Zeit ausgesprochen, wo noch die meisten Aerzte anderer Ansicht waren, und wo die bahnbrechenden experimentellen Arbeiten von Pasteur, Nägeli, Koch u. a. über pathogene Spaltpilze noch nicht bekannt waren. Ich berufe mich auf meine 1869 veröffentlichte Abhandlung, Boden und Grundwasser in ihren Beziehungen zu Cholera und Typhus, Zeitschrift für Biologie Bd. 5, wo ich S. 274 gesagt habe: »Bezüglich der specifischen Ursache drängt sich uns immer mehr die Ueberzeugung auf, dass sie etwas Organisirtes sei, von einer Feinheit und Kleinheit, dass sie bisher unserer directen Wahrnehmung noch entgangen ist, gleich den Gärungskeimen, welche die atmosphärische Luft trägt, die wir auch nur in ihren Wirkungen und weiteren Entwickelungsstadien als Hefe wahrnehmen, wenn sie ein für ihre Entwickelung und Vermehrung geeignetes Substrat finden.« Das war damals vielen noch so unplausibel, dass Oesterlen glaubte, seinen geharnischten Artikel, Choleragift und Pettenkofer[2]), gegen mich loslassen zu müssen, um die Aetiologie, Pathologie und Hygiene vor den Irrwegen zu bewahren, zu denen meine Hypothese führen müsste.

---

1) Dieses Gutachten, an den k. b. Obermedicinalausschuss erstattet, wurde vor Entdeckung des Cholerapilzes durch Dr. R. Koch verfasst und abgegeben.

2) Tübingen 1868. Laupp's Buchhandlung.

Digitized by Google

Jetzt, 15 Jahre später, hat die öffentliche Meinung in's gerade Gegentheil umgeschlagen, und glauben viele, die ganze Epidemiologie und die ganze Hygiene bestehe nur aus Bacterien, und ohne Kenntnis dieser Mikroorganismen sei alles unnütz und werthlos, was man gegen Epidemien vornehmen wolle. Erstes Ziel müsse sein, so viel als möglich zu desinficiren, denn Spaltpilze, von denen viele Millionen auf 1^{mg} gehen, können sich überall anhängen, und ein einziger lebensfähig von einem Orte nach einem anderen gebracht, könne unter günstigen Umständen in kürzester Zeit sich ins Millionen- und Billionenfache vermehren, und falls er inficirende Eigenschaften besitzt, Epidemien verursachen. Von diesem Gedanken ausgehend ist man vorigen Jahres beim Ausbruch der Cholera in Aegypten zu der Ansicht gekommen, nicht bloss der persönliche Verkehr mit Ostindien oder anderen Choleraorten, sondern auch der Postverkehr könnte zur Verbreitung der Cholera beitragen. Man hat alle Poststücke aus Ostindien und Aegypten in getheerte Säcke gepackt und ihren Inhalt bei der Ankunft in Europa desinficirt.

In jüngster Zeit trat an mich die Aufforderung heran, mich gutachtlich darüber zu äussern, ob nicht die Postverwaltungen fortan gehalten sein sollten, alle Poststücke, welche von Orten ausgehen, in welchen Cholera vorkommt, als choleraverdächtige Provenienzen anzusehen und zu desinficiren.

Ich theile im nachfolgenden den wesentlichsten Inhalt meines Gutachtens mit, aus dem hervorgehen wird, dass man über die Verbreitungsart der Cholera schon sehr bestimmte Anhaltspunkte gewonnen hat, auch ohne den specifischen Cholerapilz gekannt zu haben.

Dass die Cholera durch den menschlichen Verkehr verbreitet wird, ist ein ätiologischer Satz, den heutzutage wohl jeder Epidemiologe unterschreiben wird. Insoferne die Verkehrsanstalten als ein Theil und als Vermittler des menschlichen Verkehrs zu betrachten sind, liegt es nahe, sie auch als Verbreiter der Cholera anzusehen, namentlich wenn man bedenkt, dass mit der ostindischen und ägyptischen Post sehr viele Baumwollenmuster befördert werden.

Digitized by Google

Es liegt ferner nahe, die gegenwärtige Vervielfältigung und Beschleunigung des Verkehrs auch als Ursachen grösserer und schnellerer Verbreitung der Cholera anzunehmen, und aus diesen Rücksichten verdient es immer Anerkennung, wenn die Verkehrsanstalten sich bereit zeigen, so viel an ihnen liegt, die Verbreitung der Cholera nach Kräften zu beschränken oder hintanzuhalten.

Selbstverständlich ist, dass die Verkehrsanstalten keine Verantwortung für den Werth und Erfolg der anzuwendenden Mittel, auch nicht für die Nothwendigkeit ihrer Anwendung auf sich nehmen, sondern dass diese Verantwortung voll und ganz den Vertretern jenes Theiles der Medicin verbleibt, welcher das Gebiet der öffentlichen Gesundheitspflege umfasst. Im Gefühle dieser Verantwortlichkeit wollen wir uns nun ernsthaft fragen, welche sichere Anhaltspunkte wir für Beantwortung der angeregten Frage haben?

So sicher angenommen werden darf, dass Cholera, Gelbfieber, Pest und andere Infectionskrankheiten durch specifische Infectionsstoffe bedingt sind, die sich, soweit sie bisher ermittelt worden sind, als Mikroorganismen (Spaltpilze, Bacillen, Bacterien, Mikrokokken etc.) erwiesen haben, ebenso unbestimmt ist noch das Wissen über die Art ihrer Mittheilung, Fortpflanzung und Entwickelung bis zu dem Grade, in welchem sie Epidemien hervorrufen. Für ein erfolgreiches praktisches Eingreifen genügt es eben noch lange nicht, den specifischen pathogenen Mikroorganismus zu entdecken. So kennt man z. B. den Milzbrandbacillus schon seit 30 Jahren und weiss doch immer noch nicht, wie die Milzbrandepizootien zeit- und ortweise entstehen, was eine Gegend zu einer Milzbrandgegend macht, während man gegen andere Infectionskrankheiten, ohne deren specifische Mikroorganismen zu kennen, wie z. B. gegen Cholera, Abdominaltyphus, Wechselfieber, bereits erfolgreich vorzugehen gelernt hat. Die Cholera betreffend steht so viel fest, dass der Cholerakeim zu seiner epidemischen Entwickelung örtlicher und zeitlicher Bedingungen bedarf, ohne welche er, auch vielfach eingeschleppt, nicht gedeihen kann. Die beständige Immunität vieler Orte und Ortstheile, die zeitweise Immunität der anderen für Cholera empfänglichen Orte und das Verhalten der Cholera auf Schiffen beweist das

Digitized by Google

zur Evidenz. Diese Thatsache ist sowohl durch die Untersuchungen der indischen Regierung über die Verbreitung der Cholera in Indien, als auch durch die der Choleracommission für das deutsche Reich unzweifelhaft festgestellt und verweise ich in dieser Hinsicht auf die Jahresberichte des Sanitary Commissioner with the Government of India von 1868 bis 1881, Dr. James Cuningham, und auf die Berichte der deutschen Choleracommission, erschienen von 1873 bis 1879, in denen sich namentlich im 6. Hefte S. 288—318 Prof. Dr. Hirsch resumirend ausspricht.

Ebenso fest steht aber auch, dass der Cholerakeim in Europa nicht perennirt, sondern nach einiger Zeit stets wieder abstirbt und in keinem Orte eine Epidemie ausbricht, in welchen nicht ein Cholerakeim von aussen wieder gebracht wird.

Es frägt sich nun, ob dem Postverkehr, um den es sich hier ausschliesslich handelt, lebensfähige Cholerakeime anhaften, so dass einzelne Infectionen und nach örtlicher und zeitlicher Disposition auch Ortsepidemien daraus entstehen können.

Diese Frage ist vom wissenschaftlich mykologischen Standpunkte aus vorerst noch nicht zu beantworten. Erstlich kennt man den specifischen Cholerakeim noch nicht bestimmt, und dann, wenn man ihn auch entdeckt haben wird, was hoffentlich in Bälde geschehen wird, so wird die thatsächliche Verbreitung der Cholera deshalb keine andere werden als bisher und sind zuvor noch seine biologischen Eigenschaften, seine Lebensbedingungen ausserhalb des menschlichen Organismus zu erforschen, ehe man sagen kann, ob es möglich ist, ihn durch den Postverkehr in wirksamer Weise mitzutheilen.

So wenig aber die Forschungen über Mikroorganismen, die bacterioskopischen Untersuchungen, durch Cultur- und Infections-Versuche darüber bisher Aufschluss gegeben haben, so bestimmt gewähren einen solchen bereits mit aller Zuverlässigkeit die epidemiologischen Erfahrungen und Thatsachen, welche seit einem halben Jahrhunderte sich oft wiederholt haben und stets gleich geblieben sind.

Wenn der Postverkehr zur Verbreitung der Cholera wirklich beiträgt, so muss mit demselben und seiner Ausdehnung, Ver-

Digitized by Google

mehrung und Beschleunigung eine bemerkbare Coincidenz sich ergeben. Es lässt sich dieses auf verschiedene Weise prüfen.

Wie viele nicht desinficirte Poststücke sind bisher aus Calcutta und Bombay, wo die Cholera nie ganz erlischt, bald mehr bald weniger herrscht, nach Europa gegangen, ohne dass sich mit den thatsächlichen Schwankungen der Krankheit in ihrer Heimat eine Coincidenz in Europa bemerkbar gemacht hätte! Seit 1869, seit Eröffnung des Suezkanals hat sich der Postverkehr mit Indien nicht nur sehr beschleunigt, sondern auch sehr vermehrt, und doch kam die Cholera nicht öfter nach Europa als vorher.

Die Blüthezeit der Cholera in ihrem endemischen Gebiete, in Niederbengalen, ist durchschnittlich im März und April, das Minimum fällt in den August und September. In Europa ist es gerade umgekehrt. Zahlen zeigen dieses auf das bestimmteste. In Calcutta sterben im Durchschnitte von 26 Jahren [1]) im Monat März 566, im April 745, im August 132, im September 151 Personen an Cholera. Das monatliche Minimum verhält sich zum monatlichen Maximum wie 1 : 5,6. In Bombay [2]), das nicht mehr zum endemischen Choleragebiete gehört, aber durchschnittlich denselben zeitlichen Cholerarythmus wie Calcutta hat, sterben (Durchschnitt von 15 Jahren) im März 253, im April 295, hingegen im August nur 93, im September 60. Das monatliche Minimum verhält sich zum monatlichen Maximum wie 1 : 4,9.

Im Königreiche Preussen herrschte die Cholera von 1848 bis 1860 jedes Jahr, wenn auch mit verschiedener Stärke und in verschiedenen Bezirken. Brauser hat alle während dieser Zeit zur Anzeige gebrachten Cholerafälle nach der Zeit ihres Vorkommens zusammengestellt [3]) und da betragen sämmtliche Todesfälle für die Monate März 214, April 112, August 33630, September 56561. Das Mittel aus den 13 Cholerajahren Preussens ergibt für den März 16, April 8, August 2587, September 4350.

1) Siehe Macphersons's Cholera in its home, deutsch von Robert Velten (Erlangen 1867 bei Enke) S. 23.

2) Siehe Pettenkofer's Cholera in Indien S. 88 (Braunschweig bei Vieweg).

3) Siehe Pettenkofer's Was man gegen die Cholera thun kann S. 15 (München bei R. Oldenbourg).

Digitized by Google

Das monatliche Minimum verhält sich zum monatlichen Maximum wie 1 : 543. Mithin ist die zeitliche Differenz im Auftreten der Cholera in Preussen 100 mal grösser als in Indien.

Aus diesen Thatsachen, welche unabhängig von jeder theoretischen Anschauung sind, ergibt sich nicht nur, dass in Norddeutschland in Cholerajahren die zeitliche Frequenz umgekehrt, wie in der Heimat der Cholera ist, sondern auch dass der Unterschied zwischen monatlichem Maximum und Minimum im Jahre in Indien ein viel geringerer, als in Deutschland ist, mit andern Worten, dass der Cholerakeim aus Indien das ganze Jahr hindurch durch den Postverkehr viel gleichmässiger ausgeschleppt werden kann, als er sich zeitweise in Europa bemerkbar macht.

Ferner ist zu beachten, dass Europa oft viele Jahre lang frei von Cholera bleibt, obschon die Krankheit in Indien endemisch fortdauert und der Postverkehr mit Indien ungehindert fortgeht. Es sind auch nicht die Jahre, in welchen in Calcutta oder in Bombay sehr heftige Epidemien herrschen, Cholerajahre für Europa.

Man könnte denken, dass die Entfernung zwischen Ostindien und Deutschland eine zu grosse ist, als dass sich der Einfluss des Postverkehrs zeitlich noch auszusprechen vermöchte. Aber es gibt aus Europa selbst epidemiologische Thatsachen zur Genüge, welche seinen Nichteinfluss auf das entschiedenste documentiren. Wie gross ist der Postverkehr des continentalen Europas mit England! In den Jahren 1872—74 waren viele Länder des Continents von Choleraepidemien heimgesucht, welche als Cholera-herde England gegenüber ätiologisch dieselbe Rolle spielen müssen, wie Indien gegenüber seiner näheren Umgebung, gegenüber Asien, Afrika und Europa. Der Postverkehr dieser europäischen Länder mit England war auch während der Epidemien von 1872—74 keinerlei sanitärer Controle, nicht der Spur einer Desinfection unterworfen. Und doch blieb England frei von Choleraepidemien und auch die wenigen vorgekommenen Einzelerkrankungen wiesen nirgend auf eine Infection durch Postsendungen hin, sondern erfolgten fast ausnahmslos an Personen, welche vom Continent kamen.

In der Gefangenanstalt Laufen in Südbayern war im December 1873 ein so heftiger Choleraausbruch, dass binnen etwas mehr

Digitized by Google

als 14 Tagen von den 509 Gefangenen 56 % von Cholera und Choleradiarrhöen ergriffen wurden und 16 % (83) an Cholera starben. Diese Anstalt, in welcher der Infectionsstoff dick vorhanden gewesen sein muss, dicker als in den indischen Städten, blieb während des explosionsartigen Ausbruches der Krankheit nicht nur in ungehindertem Postverkehr mit auswärts, sondern lieferte auch die von den Gefangenen gefertigten Waaren nach vielen Orten hin ab, ohne dass irgendwo Cholera folgte [1]).

Auch die Grösse und Richtungslinie des Postverkehrs hat sich bisher nirgend von nachweisbarem Einfluss gezeigt. Wie klein und beschränkt war der Postverkehr zur Zeit des schwarzen Todes und der Pest in Europa! Und doch fanden diese Krankheiten, welche viele Analogien mit der Verbreitungsart der Cholera zeigen, ohne Post und Eisenbahnen überallhin ihren Weg, so dass sie die Bevölkerung Europas zeitweise decimirten.

In Indien waren früher die Hauptverkehrswege die Wasserstrassen der grossen Flüsse, des Ganges, des Brahmaputra, der Dschamna, des Indus und anderer grosser Ströme. Da die Cholera mit Vorliebe gewisse Fluss- oder Drainage-Gebiete befällt, so erklärte man ihr vorwaltendes Auftreten in denselben aus dem gesteigerten Verkehr in denselben. Als in neuerer Zeit das indische Eisenbahnnetz entstand, erwartete man, dass damit die Ausbreitung der Cholera sich nun ändern und dass die Epidemien sich vorwaltend an die Eisenbahnen anschliessen und ketten würden: — aber man fand sich sehr getäuscht, wie aus einer Specialuntersuchung darüber von Cornish hervorgeht [2]).

Das Gleiche ergab die Untersuchung in Deutschland. Die Berichte der Choleracommission für das deutsche Reich enthalten in ihrem dritten Hefte und in dem dazu gehörigen Atlas die Resultate, zu welchen geh. Medicinalrath Dr. Günther gekommen ist. Der Atlas enthält acht Karten von Sachsen, auf welchen sowohl die jeweilige Ausbreitung der Cholera, als auch die jeweilige Ausdehnung des Eisenbahnnetzes für die Jahre 1836,

1) Siehe Pettenkofer, Berichte der Choleracommission für das deutsche Reich. Zweites Heft. Berlin. Heymann's Verlag 1875.

2) Report of the Sanitary Commissioner for Madras 1871.

1848, 1849, 1850, 1855, 1865, 1866 und 1873 ersichtlich ist. Kein deutscher Bundesstaat ist bekanntlich so dicht bevölkert und so von Eisenbahnen durchkreuzt, wie das Königreich Sachsen. Die Cholera kam bis jetzt in Sachsen in 11 Jahren zur Beobachtung. Die Choleratodesfälle betrugen

im Jahre 1836	8
1848	61
1849	488
1850	1551
1854	4
1855	220
1865	358
1866	6731
1867	21
1872	4
1873	365.

Aus diesen Thatsachen vermochte Günther keinen anderen Schluss zu ziehen, als was S. 98 steht: »Die epidemische Verbreitung der Cholera in Sachsen steht nicht im Verhältnisse zu der Ausdehnung des Eisenbahnnetzes daselbst.«

Der Postverkehr in Sachsen war von 1836—73 frei von allen Desinfectionsmaassregeln und hat sich in dieser Zeit vermehrt und beschleunigt nicht bloss durch die entstandenen Eisenbahnen, sondern auch durch die Zunahme der Bevölkerung und durch Verbesserung der Posteinrichtungen. Im Jahre 1836 zählte Sachsen 1595668 Einwohner, im Jahre 1873 dagegen 2556244. Und doch hatte es im Jahre 1873, wo das Eisenbahnnetz und der Postverkehr am entwickeltsten war, nur 365 Todesfälle an Cholera, während im Jahre 1849, wo es erst Eisenbahnen zu bauen angefangen hatte und bloss 1836433 Einwohner zählte, 488 Choleratodte vorkamen.

Im Jahre 1854 hatte München seine heftigste Choleraepidemie, es verlor damals an Cholera 2½ % seiner Bevölkerung. Gerade in diesem Jahre war der Verkehr Sachsens mit München ein sehr gesteigerter wegen der internationalen Industrie-Ausstellung in München,

Digitized by Google

und doch forderte damals die Cholera in Sachsen nur 4 Opfer, Personen, die sich die Cholera in München selbst geholt hatten.

Für Sachsen war das schlimmste Cholerajahr 1866, das Kriegsjahr. München hatte damals den lebhaftesten Postverkehr und Personenverkehr mit Sachsen und dem übrigen Kriegsschauplatze und blieb doch frei von Cholera.

Wer trotz alledem noch einen Einfluss des Postverkehrs auf die Verbreitung der Cholera annehmen wollte, der müsste nachweisen, dass Postbedienstete mehr oder früher von der Krankheit ergriffen werden, als ihre Mitmenschen. Eine auch darauf gerichtete Untersuchung wird überall ein negatives Resultat ergeben, wie sie es für die drei Epidemien, welche München gehabt hat, thatsächlich ergibt. Jedesmal sind die ersten 20 bis 30 Fälle in München genau verfolgt worden, nie aber findet man einen Postbediensteten darunter.

Als ein weiterer Gesichtspunkt für die Postcholerafürchtigen kann zur Prüfung der Frage, ob die Posstücke Cholera veranlassen oder nicht, die Häufung von Postsendungen an einzelnen Punkten, z. B. bei Behörden, bei grossen Handlungshäusern, bei den Redactionen grosser Zeitungen etc. aufgestellt werden. Wenn der Postverkehr wirklich lebensfähigen Infectionsstoff mit sich führt, so muss sich zu Cholerazeiten seine Wirkung in solchen Häusern und Anstalten dadurch zeigen, dass sich Cholerafälle entweder in grösserer Zahl oder in früherer Zeit als in anderen Häusern und Anstalten ereignen; denn es kann nicht angenommen werden, dass all' diese Häuser und Anstalten überall auf immunem Boden stehen, oder nur von Personen bewohnt und besucht werden, welchen immer die individuelle Disposition für Cholera fehlt. Da nun aber bisher nichts beobachtet wurde, was auch nur entfernt auf den Postverkehr gedeutet werden könnte, und da die hier aufgeführten epidemiologischen Thatsachen sich nicht im geringsten ändern werden, wenn auch der Cholerabacillus gefunden und isolirt sein wird, so besteht auch kein Recht, den Postverkehr als Verbreiter des Infectionsstoffes zu betrachten, und den wohlbekannten Unschuldigen anstatt des unbekannten Schuldigen mit Maassregeln zu fassen.

Welche Provenienzen aus Choleraorten den Cholerakeim in lebensfähigem, wirksamem Zustande enthalten und dadurch die

Digitized by Google

Krankheit verbreiten, ist eine andere Frage, welche hier nicht zu discutiren ist; bezüglich des Postverkehrs kann behauptet werden, dass sich Spuren eines Einflusses nicht ergeben haben. Vor jedem Richterstuhle und wohl auch vor dem der Vernunft wird der Postverkehr wenigstens ab instantia absolvirt werden müssen.

Schliesslich auf die Frage übergehend, welche Einrichtungen zu treffen wären, um doch eine Desinfection der ostindischen Post zu ermöglichen und mittels welchen Verfahrens sie in zweckentsprechender Weise zu bewirken wäre, kann ich mich kurz fassen. Nach einer Mittheilung aus Triest wird dort das Mögliche gethan und werden die Briefe, Papiere und sonstigen Postsendungen der Desinfection unterzogen, indem diese Dinge in Eisenblechcylindern den Dämpfen einer Mischung von 1 Theil Schwefelblumen, 1 Theil gestossenen Salpeters und 2 Theilen Waizenkleie ausgesetzt werden. Damit die Hitze und die Dämpfe auf alle Theile der Papiere gehörig einwirken können, werden die Briefe und Packete durchstochen, und wenn dieselben über einen halben Zoll dick sind, geöffnet. Das ist im wesentlichen das Verfahren, was schon zu Pestzeiten angewendet wurde. So wenig es gegen die Pest geholfen hat, so wenig wird es gegen die Cholera helfen. Es ist nur ein Mittel zur Beruhigung der Gemüther, und gibt den Anschein, man thue etwas gegen die Einschleppung der Cholera, ähnlich wie der Arzt einem medicinsüchtigen Kranken zu seiner Beruhigung manchmal gefärbtes Brunnenwasser verschreibt. Kein Pilzforscher wird von diesen triestiner Dämpfen eine Desinfection erwarten. Das Verhältnis zwischen Schwefel und Salpeter ist so gegriffen, dass nicht einmal eine gründliche Schwefelung (Bildung von schwefeliger Säure) eintreten kann; es ist so viel Salpeter genommen, dass da der vierte Theil des Schwefels zu schwefelsaurem Kali verbrennen kann, was nicht in die Luft übergeht, aber so viel Wärme entwickelt, dass drei Viertel des Schwefels zu schwefeliger Säure verbrennen und die Waizenkleien zu einer unvollständigen Verbrennung und theilweise zu trockner Destillation gelangen. Der dabei entstehende an den Gegenständen länger haftende brenzliche Geruch, die von Theerdämpfen stammende bräunliche Farbe der Papiere und die Löcher in den Briefen

Digitized by Google

beruhigen ihre Empfänger, weil sie ja sehen, dass desinficirt worden ist, wenn auch kein Forscher, welcher mit Mikroorganismen sich beschäftigt hat, an eine solche Desinfection glauben wird.

Wollte man wirklich desinficiren, ohne die Gegenstände sammt den darin oder daran befindlichen Bacterien gänzlich zu vernichten, so wäre nichts anwendbar, als eine über 100° heisse trockne Luft, die so lange einwirken müsste, bis die Gegenstände durch und durch diese Temperatur angenommen hätten, was eine sehr lange Zeit der Einwirkung erfordert. Ein Strom von 100° heissen Wasserdämpfen, welcher nach den Versuchen von Koch und Wolffhügel[1]) die Bacterien viel sicherer tödtet, als ebenso heisse trockene Luft, wäre auf Postsendungen nicht anwendbar.

Auch die getheerten Briefsäcke haben keine Bedeutung. Wenn man bacterienhaltige Stoffe dadurch sterilisiren könnte, dass man sie in getheerte Flachs-, Hanf- oder Jute-Säcke packt, dann hätten die Pilzforscher bei ihren Culturen, die Aerzte, Chirurgen, Hebammen etc. bei ihrer Praxis leichtes Spiel. Sachverständige werden solche Proceduren nur belächeln.

Endlich sei noch hervorgehoben, dass selbst zugegeben, dass immerhin Fälle denkbar wären, in welchen Poststücke lebensfähige Cholerapilze enthielten, obschon sich bis jetzt nichts davon kundgegeben hat, der Nutzen der Desinfection derselben doch ein ganz illusorischer sein würde; denn die Thatsachen zeigen jedenfalls ja unwiderleglich, dass die Cholera bei ihrer Verbreitung vorwaltend andere Wege, als durch den Postverkehr einschlägt. Wenn man nun auch durch die exacteste Desinfection den Weg durch den Postverkehr ganz unmöglich machen würde, blieben, wenn man nicht jeden anderen Verkehr abbrechen will, die übrigen Wege, auf welchen sich die Cholera gewöhnlich und vorwaltend verbreitet, doch alle offen und würde die Cholera wie bisher zu uns gelangen, wenn die örtlichen und zeitlichen Bedingungen dazu gegeben sind. Bei diesem Sachverhalte kann ich nicht empfehlen, sich einer kostspieligen, den Verkehr erschwerenden verlornen Liebesmühe beim Postverkehr zu unterziehen.

1) Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte. Von Dr. Struck. 1. Band.

Digitized by Google

Zur localistischen Statistik.

Von

Dr. Emil Rotter

in München.

(Mit Taf. I.)

Die auch in epidemiefreien Zeitläufen betriebene, die permanente Beobachtung als erstes und vornehmstes Gesetz für die epidemiologische Forschung statuirt und die Lehre von ihrer Unentbehrlichkeit seit Jahren mit nachdrücklichster Wärme gepredigt zu haben, ist das Verdienst der Münchener epidemiologischen Schule und insbesondere des kgl. Oberstabsarztes Dr. Port.

Es wäre zu wünschen gewesen, dass seine Worte allseitigen Widerhall gefunden hätten, dass diejenigen Aerzte, welchen Stellung und Territorium das statistische Material darbot, also Anstaltsärzte an Waisenhäusern, Pfründner-, Armen- und Genossenschaftshäusern, an Fabriken, Gefängnissen, Instituten, vor allem die beamteten und speciell die Militärärzte, denen die grossen Kasern-Internate zur Verfügung stehen — sich bald in grosser Anzahl hätten gewinnen lassen durch die unbestreitbare Richtigkeit seiner Darlegungen.

»Es ist gefährlich und unwissenschaftlich — sagte er 1882 — eine beliebige Episode aus der epidemiologischen Ortsgeschichte herauszugreifen, ohne dass man die Vorgeschichte kennt, noch um die Nachgeschichte sich bekümmert. Wir verlangen fortgesetzte Beobachtungen an einem und demselben Orte. Es ist eine der charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Münchener Schule, dass sie versucht hat, an die Stelle der ephemeren, bruchstückweisen Beobachtungen die fortlaufende Geschichtsschreibung, die epidemiologische Chronik zu setzen. Sie will, dass Territorien,

Digitized by Google

auf welchen für die Zukunft Seuchen erwartet werden können, schon vor dem Einbruch derselben genau nach allen Richtungen studirt werden; sie will, dass eine regelmässige tägliche Aufschreibung nicht nur der Morbiditäts- und Mortalitätsverhältnisse, sondern auch alles dessen, wonach beim Ausbruch von Epidemien gefragt zu werden pflegt, schon in gewöhnlichen Zeiten geübt werde, so dass man, wenn die Invasion erfolgt, nur den bestehenden Beobachtungsapparat ruhig fortzuführen, nicht erst einen neuen in der Eile zu schaffen braucht. Sie ist in dieser Beziehung für München mit einem guten Beispiele vorausgegangen, ohne dass dieses Beispiel bisher eine besonders ansteckende Wirkung geübt hätte [1]).«

In jüngster Zeit konnte uns Port nun aber auch schon die Früchte zeigen, die strenge Methoden dem redlichen Fleisse zu tragen vermögen: sein »Bericht über das erste Decennium der epidemiologischen Beobachtungen in der Garnison München« [2]) bringt eine scharfe, ja geradezu überraschende Durchleuchtung der Typhuscharakteristik in ätiologischer, klinischer und therapeutischer Hinsicht, welche gewiss mancher fruchtbaren Controverse das Leben geben wird, aber a priori wohl befähigt erscheint mancher Anfechtung die Spitze zu bieten, eben deshalb weil sie auf dem Wege beharrlicher exacter, wissenschaftlich schulgerechter Bemühung gewonnen worden ist.

Es dürfte gerade nach diesen Resultaten kaum mehr möglich sein, den eminenten praktischen Werth der ununterbrochen fortgeführten localistischen Arbeiten zu unterschätzen. Speciell aber die systematische Buchführung über die einzelnen Erkrankungsfälle an Infectionskrankheiten nach den Wohnräumen, in welchen dieselben vorkamen, mit den bemerkenswerthen Nebenumständen, unter welchen sie auftraten, möchte doch vor anderen als ein besonders geeigneter Weg erscheinen zur Aufklärung derjenigen Verhältnisse, welche für die Genese oder für die Bergung und Erhaltung der infectiösen Factoren in begünstigender oder gegentheiliger Beziehung stehen. Rechnet ja doch diese epidemiologische

1) Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspfl. Bd. 14 Heft 1.
2) Dieses Archiv Bd. 1 Heft 1.

Digitized by Google

Forschungsmethode lediglich mit gegebenen Thatsachen und will von diesen aus rückwärts gehend deren Ursachen ergründen.

Für diese Buchführung über die einzelnen uns wichtigen Erkrankungsfälle bringe ich nachstehend ein Verfahren der Aufzeichnung in Vorschlag, von dem mir scheinen will, als ob dasselbe vermöge seiner Einfachheit und instructiven Uebersichtlichkeit nicht nur für sich zur Nachahmung, sondern zugleich für die Sache, der es dienen soll, selbst, einnehmen und gewinnen müsse; letzteres darum, weil es recht handgreiflich den eminenten praktischen Werth der localistischen Statistik vor Augen führt. Ich meine die Anwendung von Façadeplänen, Frontaldurchschnitten der Gebäude, welche den betreffenden Internaten dienen, in einfachster Form, wie sie sich jeder mit einigem Geschick leicht entwerfen kann.

Es ist geradezu überraschend, wie schön solche Pläne die Beziehungen der Erkrankungen zur Localität ersichtlich machen. Alle etwaigen Anhäufungen der einzelnen Infectionskrankheiten zu Gruppen, der Gang der Erkrankungen, ihre Verbreitungsweise bei beginnender Epidemie, insbesondere auch durch die verschiedenen Stockwerke, in den nach unten und oben hin einander benachbarten Wohnräumen etc. treten vielsagend hervor. Eines erläuternden Textes bedürfen diese Pläne eigentlich gar nicht, sie sprechen selbst. Allerdings wird ja eine einmalige eingehende Erörterung der allgemeinen Verhältnisse unseres Gebäudes oder Gebäudecomplexes und seiner Umgebung, seiner Untergrundverhältnisse, seiner baulichen Construction, Versorgung mit Luft, Licht, Wasser, seiner Bewohnungsstärke und der Verhältnisse der Aborte, der Abfuhr und Abwässerung, desgleichen eventuell später ein Wechsel in diesen Verhältnissen selbstverständlich ergänzend angeführt werden müssen. Im übrigen aber informirt sich der Beschauer aus den Plänen selbst sozusagen mit einem Blicke in positivster Weise über die Vorgeschichte der Localität. Die Pläne werden derart construirt, dass bei Corridorbauten die Corridorseite in der Regel in Wegfall kommt; handelt es sich aber um Gebäude, die nach mehreren Seiten hin Zimmer besitzen, so werden eben entsprechend mehrere Façadenpläne dargestellt,

Digitized by Google

4. VI. 80. II

g e

137

9. IV heil

2 III Vrl.

II heil

81, I heil

135

Feldw

Zim

152.

10 II. 75, III Vrl.

28 XI 80 I heil

16 XI 80, I heil

1 III. 81 I Vrl.

153.

5 VII. 77, III unbr

27. IX. 79, IV †

93.

2. III heil

2. IV unv

94

Feldw

Zim

113

24 IV. 79, I Vrl

29 I. 80, II heil

26. I. 81, II heil

30 VIII 81, I Vrl.

114

6 IV 80 IV Vrl

13 II 81, III heil

19. II 81, III heil.

31 XII 81, II Vrl.

22. II 82, III Vrl.

52

IV Vrl

IV heil

51

Feldw

Zim

69

3. XII. 77, II heil

18 XII 77, II Vrl

12 II. 81, III heil.

16 II 81 III heil.

25 I. 82 II Vrl

70

22

87

UNIV. OF CALIFORNIA

Digitized by Google

Digitized by Google

die sich der Beschauer dann leicht combinirt. Ein den Thatsachen entnommenes Beispiel wird am besten instruiren: einer der Pläne, welche ich für die 2 Kasernen des k. b. 14. Infanterie-Regimentes zu Nürnberg und für die in 5 Jahren erwachsenen Infectionskrankheiten (in einer Zahl von 437) gefertigt habe. Der anliegende (Taf. I) stellt die Südfaçade der Deutschhauskaserne dar. Die Statistik umfasst das Lustrum vom 1. April 1877 bis ult. März 1882.

Die örtliche Einheit, von welcher ausgegangen werden muss, ist das einzelne Gemach, hier das Mannschaftszimmer; sein statistisches Verhältniss zu den Infectionskrankheiten ist für uns sein Leumund, den wir festzustellen haben. Wir sind berechtigt vorauszusetzen, dass derselbe — gerade so wie er für die Qualification von noch nicht genügend gekannten Menschen als sicherster Anhaltspunkt gilt — uns auch bezüglich der Wohnräume in Hinsicht ihrer guten Eigenschaften beruhigen oder aber dem auf die Spur leiten kann, was in ihnen oder in ihrer Umgebung, an, neben oder unter ihnen faul ist.

Die allgemeinen örtlichen Verhältnisse des vorgelegten Falles sind folgende. Die Deutschhauskaserne liegt im südwestlichen Viertel der Stadt Nürnberg, 308 m über der Meeresfläche, auf lockerem, sehr wasserdurchlässigem Sandboden von anscheinend bedeutender (bis zu 7 m) Mächtigkeit, der — wie wiederholte Nachgrabungen erwiesen haben — theilweise eingefüllte alte Keller enthält.

Sie besteht aus einem 1865 fertig gestellten Neubau (gemischten Bau), mit Parterre, 3 Stockwerken und grossen Speicherräumen, der ein stattliches Mittelgebäude (der vorliegende Plan) mit der Zimmerfront nach Süden, und einen im rechten Winkel angeschlossenen westlichen Flügel mit auf die Ostseite zu gelegenen Zimmern bildet. Die Westseite dieses westlichen Flügels der Deutschhauskaserne nehmen ganz, die Nordseite des Mittelgebäudes fast ganz luftige geräumige (2,92 bis 3,35 m breite) Corridore ein; denn letzteres hat in der Mitte seiner Nord- oder Corridorfaçade in einem schmalen Anbau auch einige wenige nach Norden gelegene Zimmer.

Digitized by Google

An das Mittelgebäude schliesst sich östlich der Kuppelbau der alten, jetzt als Monturdepot dienenden Deutschhauskirche, und von dieser etwas stumpfwinklig nach Norden abbiegend als östlicher Flügel ein altes zweistöckiges Kaserngebäude, mit niedrigen sowohl nach Osten als Westen gelegenen Zimmern und diese verbindenden schmalen finsteren Gängen. Eine von dem Ende dieses östlichen Flügels noch eine Strecke nach Norden vorlaufende, dann rechtwinklig nach Westen abbiegende Mauer, an welche Schmiede und Geschützschuppen einer die Kaserne mitbewohnenden Batterie angebaut sind, ferner ein alter einstöckiger Bau, dessen Parterre als Batteriestallung und dessen Etage und Speicher als Depots dienen, schliessen an das Nordende des genannten westlichen Flügels hinlaufend, den grossen viereckigen Kasernhof ab, in welchen hinein endlich noch ein alter einstöckiger Corridorbau vorspringt, vom Nordende des östlichen Flügels rechtwinklig nach Westen abgebogen. Dieser Corridorbau enthält indessen nur 2 Mannschaftszimmer im Parterre seines östlichen Endes.

Unterkellerung hat das Mittelgebäude gar nicht, der westliche Flügel nur theilweise, der östliche und dessen in den Kasernhof vorspringendes Annexum wiederum nicht. Die Lage der beiden am Mittelgebäude unmittelbar angelegenen Kehrichtgruben ist aus dem Plane ersichtlich; an dem westlichen Flügel befindet sich noch eine dritte Kehricht- und eine Aschengrube. Diese Gruben sind einfach ausgemauert.

Wie weit das Grundwasser der Kellersohle und insbesondere den Abortsohlen bzw. der Planie der Kaserne und des Kasernhofes sich nähert, lässt sich nicht genau angeben, deshalb, weil die Grundwasserverhältnisse hier wie in Nürnberg überhaupt ganz eigenartig, oft geradezu paradox sind. Der an zahlreichen Stellen bis dicht an die Oberfläche tretende Keupersandstein, häufig zu granitharter und ganz wasserundurchlässiger sogenannter Quacke verbacken, bildet schmale Scheidewände, die das Grundwasser einseitig oder zwischen sich aufstauen und so an verschiedenen Stellen, die z. B. nur 1—2 ^{m} auseinanderliegen, einen sehr verschiedenen Stand desselben herbeiführen, der oft um mehrere Meter auseinandergeht. Demzufolge haben die bisherigen

Digitized by Google

Beobachtungen über den Nürnberger Grundwasserstand bestimmt erwiesen, dass aus jeder einzelnen derselben kaum für die nächste Nähe ein sicherer Schluss zu ziehen ist. Für die Deutschhauskaserne aber haben wiederholte gelegentliche Aufgrabungen, auch in den Kellern immer vollkommen trockenen Untergrund ergeben. Derselbe kann jetzt bis zu beträchtlicher Tiefe um so sicherer vorausgesetzt werden, als seit 1881 die östlich angrenzende Strasse eine 5,02 bis 5,65 ^{m} unter dem Strassenniveau liegende Kanalisation erhalten hat. Wenn man auf den Grundwasserstand an einzelnen Theilen der Kaserne etwa aus dem durchschnittlichen Wasserstande der 4 Kasernpumpbrunnen Schlüsse ziehen wollte, so sei angeführt, dass die Wassertiefe in diesen 4 Brunnen in der Breite von 1—2 ^{m} sich bewegt und deren Nr. 1 am nordwestlichen Ende des abgebildeten Mittelgebäudes liegend, 11,38 ^{m} tief ist; Nr. 2 an dessen südwestlichen Ende 11,67 ^{m}; Nr. 3 an der Batterieschmiede 11,80 ^{m}; Nr. 4 an der Batteriestallung 11,38 ^{m} Tiefe hat. Demnach kommt in diesen 4 Brunnen der Grundwasserspiegel der Planie nie näher als auf etwa 8 ^{m}.

Die Trinkwasserversorgung geschieht seit 1881 auch aus der städtischen Wasserleitung, welche in 2 im Kasernhof befindlichen Reservoirbrunnen 9 Minutenliter Wasserzufluss sichert; demzufolge sind 2 der vorerwähnten 4 Pumpbrunnen seitdem zu ausschliesslicher Nutzwasserlieferung bestimmt worden. Das Wasserleitungswasser, aus der sog. Schwabenmühle (ausschliesslich artesisches Wasser) bezogen, hat nach officiellen Quellen[1]) einen

Gesammtrückstand	Härte	Salpetersäure	Schwefelsäure	Chlor
von 714	21,4	0	134	274

Milligramme pro Liter, während die 4 Pumpbrunnen nach Port's Untersuchungen aufwiesen:

November 1879: Brunnen Nr. 3

	Rückstand	Härte	Org. Stoffe	Salpetersäure	salpetrige Säure	Ammoniak	Schwefelsäure	Chlor
	1255	30,0	109	166	0,3	0,25	218	190
(1877:	1230	21,0	93	159	Spur	0	170	118)

1) Festschrift der 5. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege 1877 S. 54.

Digitized by Google

Brunnen Nr. 4

	Rückstand	Härte	Org. Stoffe	Salpeter-säure	salpetrige Säure	Ammo-niak	Schwefel-säure	Chlor
	1095	18,8	75	145	0,15	0	184	99
(1877:	840	16,0	735	113	Spur	0	104	85)

Februar 1880: Brunnen Nr. 1

	7964	14,4	312	140	0,45	0,1	116	127

Brunnen Nr. 2

	1107	20,8	49	232	0,1	0,05	119	106.

Die Mannschaftsabtritte finden sich am östlichen Ende des Mittelgebäudes (siehe Plan) und nördlichen Ende des westlichen Flügels, ferner neben dem Geschützschuppen an der Hofmauer der Nordseite und an dem südöstlichen Ende des Ostflügels. Ein den Mannschaften nicht zugänglicher Abort mit nur einem Fallrohr findet sich noch in dem erwähnten nördlichen Anbau des Mittelgebäudes, gegenüber den Zimmern 145, 100, 62 unseres Planes. Alle Aborte haben cementirte Gruben von 2,0 bis 3,0 m Tiefe. Demzufolge ist auch ihre Sohle wohl sicher, von dem Grundwasserspiegel (siehe oben) niemals erreicht zu werden.

Die Abführung der Abwässer aus der Kaserne geschieht derart, dass die des östlichen Flügels und des von ihm in der oben beschriebenen Art in den Kasernhof einspringenden Anbaues mittels Thonrohrleitung direct in das städtische Kanalnetz abgehen. Vom Mittelgebäude und westlichen Flügel werden die Wasser in offenen Rinnsalen einem Schachte in der nordwestlichen Ecke des Kasernhofes zugeführt, der sie ebenfalls sofort vor der Kaserne in die städtische Leitung abgibt.

Die Belegungsziffer beträgt für die einzelnen Mannschaftszimmer fast durchgängig 16, bei einigen kleineren 15 bzw. 13 Köpfe; der Luftkubus berechnet sich für den Mann auf 12,78 cbm minimum und 14,77 maximum. In der Kaserne befinden sich auch Wohnungen von Verheiratheten mit Kindern, darunter natürlich auch schulpflichtigen, in unmittelbarer Nähe der Mannschaftszimmer; doch haben diese Familienwohnungen ausnahmslos ihre eigenen Zugänge, so dass dadurch die Gefahr der Ein-

Digitized by Google

schleppung ansteckender Krankheiten durch die Kinder aus den Schulen etc. in etwas abgemindert wird.

Die Plan-Einzeichnung erstreckte sich auf folgende Krankheiten als die für die Armee wichtiger erscheinenden: Abdominaltyphus, Lungenentzündung, Lungenschwindsucht, Diphtherie, acuten Gelenkrheumatismus, Mumps und katarrhalischen Ikterus.

Bei jedem einzelnen Krankheitsfalle ist durch farbige oder durch besondere Umrahmung unterschiedene Etiquetten angegeben: Nummer und Lage der Erkrankungszimmer, Datum der Erkrankung; sodann die bis zum Ausbruche der Krankheit verflossene Bewohnungszeit des Erkrankungszimmers durch den Erkrankten, in der Art, dass die letzteren alle in 4 Klassen eingetheilt worden sind:

Klasse I, solche, welche weniger als 1 Monat,
» II, welche zwischen 1 und 3 Monaten,
» III, welche zwischen 3 Monaten und 1 Jahr und
» IV, welche über 1 Jahr

den Raum bewohnten, in welchem sie erkrankten; zuletzt ist dann der Ausgang der Krankheit auf den Einzeichnungen angegeben, weil dieser annähernd einen Maassstab gibt für die Intensität der Infection.

Was die Truppenlisten bezüglich der Nummern der Erkrankungszimmer nicht sicher ergaben — weil eben in den ersten Monaten der bearbeiteten 5 Jahre, als wir anfingen die Zimmernummern als »Ort der Erkrankung« zu registriren, hie und da ein Versehen vorkam — erholte ich mir aus den Büchern des Lazarethes und der Compagnien. Einige wenige auf diese Art nicht aufzuklärende Fälle habe ich ganz weggelassen; und da man auch mit Fug annimmt, dass einzelne leichtere Fälle von Infectionskrankheiten, leichte Gelbsucht-, Mumps-, ambulatorische Typhusfälle z. B. bei solchen, die sich einigermaassen schonen konnten, wie Compagnieschreiber, Fouriere etc. oder aber von den Mitgliedern der Unterofficiersfamilien überhaupt nicht zur ärztlichen Behandlung, also auch nicht zum Eintrag in die Listen kamen, so verhalten sich demnach meine Aufstellungen so, dass

Digitized by Google

manche schlechte Seite eines oder des andern Zimmers zur Zeit noch nicht markirt ist, dass also die einzelnen Zimmer wohl schlechter sein können als ihr durch die Einzeichnungen erworbener Ruf, keinesfalls aber besser.

Kennzeichnet man die einzelnen Krankheiten lediglich durch die Farbe der Etiquetten, so erhalten die Pläne ein etwas buntes Aussehen; indessen gestattete mir z. B. bei 13 verschiedenen Infectionskrankheiten doch immer noch die Auswahl stark mit einander contrastirender Farben ganz gut die Detailverfolgung der gleichartigen Erkrankungsfälle. Doch wird die Beschränkung auf die wichtigst erscheinenden Infectionskrankheiten oder aber eine Vertheilung der letzteren auf mehrere gleichartige Pläne ein viel übersichtlicheres Bild zu geben im Stande sein. Dies zeigt der hier vorgelegte Plan dadurch, dass nur 2 Krankheiten, diejenigen, die auf ihm als die interessantesten erscheinen, in Farbe ausgeführt sind; er zeigt ferner, wie einer an Stelle der farbigen Etiquetten aus Zweckmässigkeitsgründen, z. B. der Drucklegung des Elaborates halber, wohl auch verschieden geformte Felder in den Zimmern der Pläne anbringen könnte, die er sich eventuell aus entsprechend als Stempel geformten Blechstücken um geringen Preis herstellt. Die Uebersichtlichkeit wird auch in diesem Falle meistens noch eine genügende sein.

Dass neben solchen Plänen weitere Anfügungen z. B. durch tabellarische Uebersichten zur gründlichen Beleuchtung des Ganzen nützlich und von Bedeutung sein können, ist selbstverständlich nicht in Abrede gestellt. So möchte ich z. B. gleich für zweckmässig halten, zu der von mir hier vorgelegten Quote meines Materials eine kleine tabellarische Uebersicht anfügen zu dürfen, wie sich die Erkrankungen procentisch verhielten hinsichtlich 1. der angegebenen Bewohnungsdauer, 2. der Vertheilung auf die Stockwerke und 3. zur Gesammtzahl der Bewohner des Gebäudes.

1. Bewohnungszeit: von den 148 in 45 Zimmern unseres Mittelgebäudes Erkrankten bewohnten die Räume, in welchen sie erkrankten:

15 = 10,1 % seit weniger als 1 Monat (Klasse I des Planes);

32 = 21,6 % seit mehr als 1 Monat und weniger als 1/4 Jahr (Klasse II);

Digitized by Google

69 = 46,7 % zwischen 1/4 und 1 Jahr (Klasse III des Planes);
32 = 21,6 % seit 1 Jahr und darüber (Klasse IV des Planes).

Die Zimmer sind nach Corporalschaften belegt, so dass eine Verlegung des einzelnen Mannes in ein anderes Zimmer nur ganz ausnahmsweise vorkommt.

Auf die einzelnen Krankheitsformen vertheilte sich die Bewohnungszeit bis zum Ausbruch der Krankheiten für die im Mittelgebäude vorgekommenen Fälle wie folgt:

	Bewohnungszeit			
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV
die 19 Abdominaltyphen	1	5	9	4
» 44 Lungenentzündungen	7	9	20	8
» 6 Lungenschwindsucht	0	1	4	1
» 12 Diphtheritis	1	1	4	6
» 46 Rheumat. artic. acut.	4	11	21	10
» 19 Mumps	2	5	10	2
» 2 katarrhal. Gelbsucht	0	0	2	0

2. Bezüglich der Vertheilung auf die einzelnen Stockwerke ergab sich folgendes Verhältniss:

Es treffen auf	von Abdominaltyphus	von den Lungenentzündungen	von Lungenschwindsucht	Diphtheritis	Rheumat. artic. acut.	Mumps	kat. Ikterus
das Parterre	1	1	0	0	2	3	0
den I. Stock	4	16	1	3	13	3	0
» II. »	4	17	4	8	20	8	1
» III. »	9	10	1	1	11	5	1
» Speicher	1	0	0	0	0	0	0

3. Stellen wir schliesslich die Erkrankungsziffer der hier vorgetragenen Krankheitsformen in ein Verhältniss zur Bewohnerzahl des Mittelgebäudes in den 5 Berichtsjahren, welche Ziffer wir finden nach der durch Ab- und Zugang der Mannschaften indicirten Formel $x = B + 4 \times \frac{1}{3}B$, so ergeben sich folgende Procentverhältnisse:

Digitized by Google

Bewohnerzahl		Erkrankungsprocente		
jährlich	in 5 Jahren	Abdominal-typhus	Lungenent-zündung	Lungen-schwindsucht
674	1574	19 = 1,2 %	44 = 2,8 %	6 = 0,38 %

Erkrankungsprocente			
Diphtherie	Rheum. acut.	Mumps	Ikterus
12 = 0,76 %	46 = 2,9 %	19 = 1,2 %	2 = 0,12 %

Es kann und darf uns nun aber nicht einfallen, etwa auf Grund einer derartigen 5 Jahre umfassenden Zusammenstellung Schlüsse aufbauen zu wollen; dazu ist dieses Material nicht umfangreich, die Basis nicht breit genug. Erst in der Fortführung einer solchen Ortsgeschichte durch weitere Lustren wird ihr Werth beruhen. Je grösser sie geworden ist, um so instructiver wird ihr Anblick, um so sicherer unser Urtheil werden. Allein genauer besehen darf der Verfertiger seine Arbeit auch früher schon, und Eindrücke von ihr in sich aufnehmen und verarbeiten. Darin kostet er bereits ein Weniges von dem Lohne, der ihm später zufallen soll. Auch dem Beschauerkreise soll es nicht verwehrt sein, derartige Eindrücke zu registriren, und wenn dieser diejenigen des Verfertigers der Pläne theilt, so mag die Freude um so grösser sein. Wenn ich nun zu dem vorliegenden Plane in Kürze einige derartige Eindrücke registriren darf, die mir aus dem Studium der 5 Berichtsjahre entsprangen und von denen ich nochmals betone, dass sie durchaus keinen grösseren Werth beanspruchen sollen, als er eben subjectiven Eindrücken beigelegt zu werden verdient, so führe ich Folgendes an.

1. Zunächst erweisen die Erkrankungen an Infectionskrankheiten für den vorliegenden Theil der Kaserne ein recht günstiges Zahlenverhältnis. Denn es sind nur 9,40 % der fünfjährigen Gesammtbelegung von den 7 Krankheitsformen, über die sich der Bericht erstreckte, befallen worden; und auf die einzelnen wichtigsten berechnet, z. B. auf Abdominaltyphus, Lungenentzündungen und Diphtheritis nur die oben angeführten Procente.

Digitized by Google

Ich nenne dieses Verhältnis ein günstiges in Rücksicht auf die notorische besondere Empfänglichkeit des Jünglingsalters für Infectionskrankheiten [1]); dann in Rücksicht der grossen Garnisonsstadt mit ihren innerhalb der Ringmauern allenthalben und insbesondere in der Umgebung dieser Kaserne enggedrängt wohnenden Bevölkerung: es kommen nach der Volkszählung vom 1. December 1875 daselbst auf 160 ^{ha} Fläche 54774, demnach auf 1 ^{ha} 432 Menschen [2]), so dass auf 1 Kopf nur 29—30 ^{qm} Grundfläche entfallen, während vergleichsweise in Berlin innerhalb der alten Mauern schon 35 ^{qm} Grundfläche auf jeden Kopf kommen. Und endlich vielleicht in Rücksicht auf die Bewohnungsdichtigkeit aller und auch unserer Kasernen, welche erklärlicher Weise dem Einzelnen nur einen relativ kleinen, den oben angegebenen Luftkubus zumessen können. Indessen sind gerade von Seiten des knapp zugemessenen Luftraumes in vorliegendem wie in meinen übrigen gleichartigen Plänen für diese 5 Berichtsjahre üble Folgen in Bezug auf die Verbreitung der Infectionskrankheiten durchaus nicht zu constatiren. Es deckt sich diese Beobachtung mit den von Port [3]) gemeldeten Erfahrungen aus den Münchener Kasernen, wonach zu dem Abdominaltyphus und zu der Cholera wenigstens das »Anthropotoxin« des zu klein gewährten Luftraumes durchaus nicht in ätiologische Beziehung gebracht werden kann.

2. Desgleichen zeigt uns ein Blick auf den vorgelegten Plan (und auf dem Plane des Westflügels, der bei fast gleicher Grösse genau dasselbe bauliche Arrangement des Uebereinanderliegens der Aborte am äussersten Ende des Gebäudes hat, kehrt diese Wahrnehmung frappant wieder), dass aus den früher für so gefährlich gehaltenen Abort-Ausdünstungen für die Aetiologie der Infectionskrankheiten überhaupt, sowie speciell des Unterleibstyphus begünstigende Momente nicht resultiren. In den beiden

1) Uhle-Wagner, Allgem. Pathologie S. 181.

2) Merkel, G., kgl. Bezirksarzt, »Allgem. sanit. Verhältnisse Nürnbergs« in der Festschrift der 5. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege 1877 S. 38.

3) Port, Oberstabsarzt, »Die Münchener epidemiolog. Schule«, deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1882 Heft 1.

Digitized by Google

Plänen scheinen Typhus und auch die anderen Infectionskrankheiten in auffallender Weise die in der Nähe der Aborte gelegenen Zimmer geradezu zu vermeiden. Das erklärt sich zum Theil daraus, dass dieselben meist Familienwohnungen von Unterofficieren, Pferdewärtern etc. sind und darum meistens weniger Bewohner haben; indessen belaufen sich diese Familien doch oft genug auf 5—7 Köpfe. Die erkrankten Frauen und Kinder wurden auch bis October 1881 zuverlässig gebucht. Uebrigens konnte auch Port bekanntlich in 7 Kasernen zu München und in 10jähriger Beobachtungszeit nicht eine einzige eclatante Abtrittsgruppe verzeichnen, weder bei Typhus noch bei Cholera[1]).

3. Von Anhäufungen der Infectionskrankheiten zu Gruppen fällt in diesem Plane die von Abdominaltyphen auf, welche Ende des Jahres 1879 und Anfang 1880 in der östlichen (dem Beschauer zur Linken liegenden) Partie des Gebäudes in den 3 Etagen bis in den Speicher hinauf zu Tage tritt. Sehr bemerkenswerther Weise liegen die damals belasteten Zimmer gerade oberhalb der Küche und der einen Kehrichtgrube. Dass die Luft ein Träger des Typhus-Infectionsstoffes sein kann, kann von niemand bestritten werden; dass ferner eine im Parterreraum gelegene Küche dafür sorgt, dass die von ihr aus dem Untergrund gesogene Luft wesentlich in verticaler Richtung aufsteigt, ist auch zweifellos, ebenso wie die Thatsache, dass eine einfach ausgemauerte, nicht cementirte Kehrichtgrube, in die ja zeitweise wohl auch Nutzwasser oder Regen seinen Weg findet, den umgebenden Boden in gewissem Umkreise mit eminent fäulnisfähigen Stoffen imprägnirt. Die unserige befindet sich in 4,20^{m} wagrechter Entfernung von der Küche und 1,44^{m} tiefer als deren Fussboden. Auch daran darf heutzutage doch wohl nicht mehr gezweifelt werden, dass für die epidemische Verbreitung des Abdominaltyphus der Boden eine wesentliche und durch keinen anderen Factor zu ersetzende Rolle spielt. Angesichts dieser unbestreitbaren Thatsachen wird in unserem Falle bezüglich der Aetiologie der vorliegenden Typhusanhäufung Küche sowohl

1) Port a. a. O.

Digitized by Google

als Kehrichtgrube in hohem Grade verdächtig erscheinen. Jedenfalls deutet der befallene umschriebene Theil des grossen Gebäudes auch auf einen umschriebenen Herd hin, von welchem die Infection ausging.

Was die damaligen Witterungsverhältnisse anlangt, so war der vorzugsweise von der Anhäufung betroffene October 1879 im ganzen trüb, neblig aber ohne bedeutende Niederschläge; im einzelnen hatte er einen mittleren Barometerstand von 736,39 mm oder 3,70 mm höher als das allgemeine, aus 50 jährigen Aufzeichnungen gezogene Monatsmittel; vorherrschende Windrichtungen Nordost mit 36, Südost mit 25 %; mittlere Temperatur 7,18 ° C., i. e. 1,65 ° weniger als das Monatsmittel; Niederschläge 33,6 mm, blieben um 8,2 mm hinter dem Mittel zurück.

Die 2 vorhergegangenen Monate waren warm und ziemlich trocken gewesen, während der Juli sehr feucht und regnerisch gewesen war.

Der ebenfalls stark betroffene Januar 1880 hatte bei hohem Barometerstand anfänglich eine hohe, später sehr niedrige Temperatur: Durchschnitt —4,49 ° C., etwa 2,9 ° unter dem Mittel; Bar. 742,8 mm, um 8 mm höher als das Mittel; vorherrschend Südost mit 32, Nordost mit 28 %; 22,5 mm Niederschläge, blieben um 12,1 mm hinter dem Mittel zurück.

In der Umgebung der Kaserne waren bereits in der ersten Hälfte 1879 drei vereinzelte Abdominaltyphusfälle zur Beobachtung gekommen, denen Anfangs August 2 andere (darunter 1 lethaler) folgten. Im August und September kamen weitere 5 Fälle hinzu [1]).

4. Als sehr erfreuliche Wahrnehmung ergibt sich aus dem Plane und auch aus unserer ersten angefügten Tabelle, dass nicht etwa die Neulinge es sind, welche den grössten Bruchtheil zu den Erkrankungen an einer der aufgeführten Krankheiten liefern. Dass besonders die I. und nächst ihr die II. Klasse, die ich bezüglich der Bewohnungsdauer ausschied, relativ geringe Ziffern

1) Merkel, G., kgl. Bez.-Arzt, Mittheilungen a. d. Ver. f. öffentl. Gesundheitspfl. d. Stadt Nürnberg 1880 S. 56.

Digitized by Google

haben, beruhigt darüber, dass Zimmer vorhanden seien, deren Bewohnung schnell gefährlich werden könnte.

Ein allerdings sehr verdächtiges Zimmer ist Nr. 100; in diesem kamen binnen 2 Jahren 3 lethale Diphtheritisfälle, 2 verschiedenen Familien und der Bewohnungsklasse III und IV bzw. II zugehörig vor, während andere Infectionskrankheiten in den 5 Berichtsjahren ganz fehlten. Wahrnehmungen in ätiologischer Beziehung sind trotz fortgesetzter aufmerksamer Beobachtung des Zimmers bis jetzt nicht gemacht worden.

Ich halte die Hoffnung für berechtigt, dass vorliegende Modification der localstatistischen Technik sich sehr bald Freunde erwirbt; gewinnt ja die localistische Forschung sehr erfreulicher Weise jetzt zusehends Boden und das ihr gebührende Ansehen in der ärztlichen Welt. Das was uns für die localistische Statistik speciell dauernd erwärmt, ist das sichere Gefühl, in ihr der Epidemiologie und Hygiene ein exact objectives Material darzubieten, Thatsachen, um damit zu rechnen. Mag es uns selbst vergönnt sein, sie später zum Besten der Allgemeinheit mit Erfolg zu verwerthen, mögen andere diese Frucht pflücken dürfen, Eines ist klar: uns obliegt zur Zeit als nächste Pflicht die Permanenz der Beobachtung und Registrirung. Wir schaffen an der unentbehrlichen Grundlage für das gewisse spätere hygienische Urtheil; und zwar nach vorstehender Anleitung durch eine Mühe, die nicht einmal gross genannt werden kann.

Digitized by Google

Die Marienquelle am Napoleonsteine.

Von

Dr. Fr. Strassmann.

(Aus dem hygienischen Institute zu Leipzig.)

Das ganze Gebiet der Umgebung von Leipzig besteht aus einem flachen Schwemmlande des Diluviums, in welchem nur die Flussläufe der Pleisse und Elster sich tiefer eingebettet haben und zur Bildung eines zwar breiten aber nur wenig tiefen Thales Anlass gaben. Die vorhandenen Hügel treten als ausgedehnte und allmählich ansteigende Erhebungen bis zu ca. 20—30^{m} Höhe hervor, so dass sie in ihrer sanftwelligen Figuration den Charakter der Ebene kaum stören.

Es ist klar, dass ein solches Terrain sehr wenig geeignet ist, vorhandene Grundwasserströme sichtbar zu Tage treten zu lassen und Quellen zu bilden.

Indem nun in geringer Entfernung unterhalb der denkwürdigen Stelle, von welcher aus Napoleon die für ihn so verhängnisvolle Leipziger Schlacht leitete, ein kleiner Wasserlauf zu Tage tritt, musste diese Quelle um so mehr das Interesse der Bewohner erregen, als sie in weitem Umkreise die einzige ist und auf einem zur Quellenbildung anscheinend wenig geeignetem Boden entspringt. In dem Wesen eines jeden Menschen liegt es, dem steten Hervorquellen eines Wassers aus dem Boden eine gewisse, warme Empfindung entgegenzubringen und in dem geheimnissvollen Schaffen der Natur ein für ihn günstiges Wirken zu erblicken.

Digitized by Google

Auch die Quelle am Napoleonstein erfreut sich von jeher eines guten Rufes, und lange bevor sie in den denkwürdigen Tagen die reiche, blutige Weihe empfangen hatte, wurde sie, wie die Chroniken der Stadt berichten, von den Einwohnern Leipzigs aufgesucht, die mit Frau und Kind hinauszogen, um von dem Wasser zu trinken. Sie besitzt den schönen Namen Gesundheitsbrunnen oder Marienquelle.

Selbstverständlich darf man hier nicht eine wasserreiche, sprudelnde Quelle erwarten, das Waseer fliesst vielmehr aus dem kaum geneigten Boden in einer kleinen Vertiefung zu Tage, gelangt in einem kleinen und mit üppigen Wasserpflanzen gefüllten Graben abwärts, bis es sich wieder in den Boden verliert, bevor noch sein Lauf das Flussthal erreicht.

In Folge des häufigen Besuches war der Ursprung der Quelle mannigfachen Störungen ausgesetzt, so dass von freigebiger Hand um die Austrittstelle ein kleines Gebäude aufgeführt wurde, das jetzt die Quellenfassung schützt und jederzeit die Entnahme von reinem, ungetrübtem Wasser gestattet. Ein hochbejahrter Invalide, welcher das den Standpunkt Napoleons zeichnende Denkmal bewacht, führt auch den Schlüssel und die Wache über den Gesundheitsbrunnen.

Wenn ich im folgenden die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Wassers darstelle, geschieht es keineswegs um seine heilkräftige Wirkung zu preisen. Die moderne Medicin stellt andere Forderungen an Heilquellen, wie sie ein Wasser nicht besitzen kann, das entsprechend seines Ursprunges aus den oberen Schichten des Diluviums im günstigsten Falle nur die Beschaffenheit eines reinen Grundwassers zeigen wird.

Der Gedanke, welcher Herrn Professor Hofmann veranlasste, mir die Untersuchung des Wassers zu empfehlen, ging vielmehr von prophylactischen Erwägungen aus.

Das Quellengebiet, auf welchem sich die Niederschläge sammeln und nach der Quelle zufliessen, umfasst gegenwärtig noch fruchtbare Felder. Dieses Gebiet besteht aus einer oberen Bedeckung von Humus und leichter Lehmlage, dann folgt eine 5—6 m

Digitized by Google

mächtige Kiesschichte eines früheren präglacialen Pleissenstromes [1]), welche wieder auf einer undurchlässigen Lage von thonigen Sanden und plastischen Thonen der oberen Braunkohlenstufe ruht.

Die Verunreinigung des Wassers durch Wohnstätten ist auf dem Quellengebiete ausgeschlossen, da der nächste Ort nach seiner Höhenlage nicht in das Drainagegebiet des Gesundheitsbrunnen gehört. Ein grosser Theil dieses Areales, auf welchem man also ein vollkommen reines Grundwasser zu erwarten hat, ist von Seite der städtischen Verwaltung zu einem Centralfriedhofe bestimmt und angekauft worden. Bei der Auswahl des Platzes waren namentlich die Gesichtspunkte maassgebend, dass in dem Theile des tiefen Kiesbodens, wie er auch durch nahe Kiesgruben aufgeschlossen ist, die Zerstörung der Leichen eine viel günstigere und raschere sein wird, und dass hier der Begräbnisturnus, welcher auf dem bestehenden Friedhofe als Minimum noch 15 Jahre für Erwachsene und 10 Jahre für Kinder beträgt, eher eine Abkürzung als eine Verlängerung erleiden kann.

Selbstverständlich wurden auf dem neuen zum Friedhofe bestimmten Gebiete vorher tiefe Versuchsgräber ausgeführt und längere Zeit offen erhalten, um über den Stand des Grundwassers, der Bodenschichten etc. sichtbaren Aufschluss zu erlangen, und zu Friedhofszwecken nur das Gebiet ausersehen, wo die Leichen bei reichlicher Grabestiefe immer noch genügend vom Grundwasserstande und dessen Capillarerhebung entfernt bleiben werden.

Nun ist es leicht vorauszusehen, dass man später, wenn der jetzt noch geplante Friedhof fertig und belegt sein wird, das Augenmerk auf das Wasser der weiter unterhalb gelegenen Marienquelle richtet, und gerade an ihr das Eindringen von Verwesungsstoffen der Leichen befürchten kann.

Lässt die chemische Untersuchung des Wasers dann auch nur geringe Mengen verunreinigender Stoffe erkennen, so würde dies als ein Beweis der Grundwasserverunreinigung auch bei solcher Lage und Auswahl des Friedhofes angesehen werden, wo doch vorher bei der Platzfrage alle Vorsichtsmaassregeln eingehalten wurden.

1) Credner, Der Boden der Stadt Leipzig. 1883. Hinrich, Leipzig.

Digitized by Google

Nur ein Glied und zwar das wichtigste würde in der Kette der Beweisführung fehlen, nämlich, wie das Quellwasser vor der Anlage des Friedhofes beschaffen war.

Leider geben ja die meisten Trinkwasseranalysen nur einmalige Werthe, und bieten selten Gelegenheit über den vorhergehenden Zustand des Wassers Aufschluss zu gewinnen.

In dem vorliegenden Falle konnten die normal bestehenden Verhältnisse noch ermittelt werden, und es hatte die Analyse, wie schon erwähnt, vor allem den Zweck, etwaige Fehlschlüsse einer später beobachteten Verunreinigung zu verhüten, resp. den Befund auf das richtige Maass zurückzuführen.

Die im November 1883 entnommenen Wasserproben aus der Quelle waren völlig klar, ohne besondere Farbe und Geruch. Die Temperatur des Quellenwassers betrug 9,5 ° C.

Hinsichtlich der Analysenmethoden will ich nur kurz bemerken, dass die festen Theile nach dem Abdampfen und Trocknen bei 100 ° C. gewogen wurden; Kieselsäure, Kalk, Magnesia und dann Schwefelsäure nach den bekannten Methoden gewichtsanalytisch in je 500 ^{ccm} Wasser bestimmt wurde.

Die Prüfung auf Ammoniak geschah nach dem colorimetrischen Verfahren von Frankland und Armstrong mittels Nessler'schem Reagens.

Die Oxydation organischer Stoffe wurde nach Kubel-Tieman mit Kaliumpermanganat vorgenommen und der gefundene Werth als Milligramm Sauerstoffverbrauch eingeführt.

Endlich wurde die Salpetersäure in 500 ^{ccm} Wasser als Stickoxyd bestimmt und das Kochsalz mit einer ihrem Werthe nach bekannten Lösung von salpetersaurem Silberoxyd titrirt.

Die folgende Tabelle gibt die erhaltenen Resultate, sämmtliche auf 1 Liter Wasser und Milligramm der betreffenden Stoffe berechnet.

Zugleich erscheint es wichtig, die Zusammensetzung des reinen Grundwassers anzuführen, wie es in den reichlich wasserführenden Schichten des Leipziger Diluviums vorkömmt und auch von Seiten der städtischen Wasserversorgung zur Stadt geleitet wird.

Digitized by Google

Ein Liter = Milligramm	Marienquelle I.	Marienquelle II.	Grundwasser der Wasserkunst
Feste Theile	510,0	520,0	230,0
Kieselsäure (S_1O_2)	7,0	8,0	25,0
Kalk (Ca O)	94,0	92,6	63,5
Magnesia (Mg_2O)	24,0	24,5	18,3
Kochsalz (Cl Na)	66,0	66,0	21,0
Schwefelsäure (SO_3)	140,5	—	38,7
Salpetersäure (N_2O_5)	63,0	—	7,0
Ammoniak (NH_3)	0,00	0,05	0
Sauerstoffverbrauch für organ. Stoffe	0,8	0,9	0,7

Das Resultat war überraschend, indem das Wasser entfernt von jedem bewohnten Orte und jedem erkennbaren Verunreinigungsherde, gleichwohl zweifellos schon jetzt, wo die Vorarbeiten zu den künftigen Friedhofsanlagen noch nicht fertiggestellt sind, dem Zuflusse verunreinigender Stoffe unterliegt. Würde man auch bei obigem Befunde auf die Vermehrung der festen Theile sowie der Erdsalze kein Gewicht legen, so beweist die auffallende Zunahme des Kochsalzes und der Salpetersäure, wie auch die einmalige Anwesenheit von Ammoniak, dass nicht die Bodenbeschaffenheit und dessen chemische Zusammensetzung den wesentlichen Unterschied des Quellwassers mit dem normalen Grundwasser bedingt.

Wäre das oberhalb der Quelle befindliche Areal bereits zum Friedhofe umgestaltet und mit Leichen belegt, so ist mehr als wahrscheinlich, dass jedermann die gefundene Verunreinigung von dorther abgeleitet und mit dem Zutritte von sich zersetzenden Leichentheilen erklärt haben würde.

Diese Folgerung ist jetzt allerdings ausgeschlossen, und der Befund weist nur auf den weitgehenden Einfluss des landwirthschaftlichen Betriebes hin, welcher sich infolge ganz localer Verhältnisse im Umkreise der Quelle geltend macht.

Es ist Thatsache, dass die Felder als etwas lockerer Boden einer ausgiebigeren Düngung um so mehr unterliegen, als die Abfallstoffe der nahen Stadt und ihrer Vororte eine leichte und vortheilhafte Verfrachtung in der Umgebung der Quelle gestatten, an welcher eine Fahrstrasse direct vorbeiführt.

Digitized by Google

Hierzu kömmt, dass das erwähnte Quellengebiet einen nur beschränkten Umfang besitzt und die eindringenden meteorischen Niederschläge eben ausreichen, den constanten und vermöge des geringen Gefälles recht langsamen Ausfluss der Quelle zu unterhalten.

Würden die Stoffe in einen reichlicheren Grundwasserstrom gelangen, so wäre die Verdünnung leicht so weitgehend, dass die chemische Analyse deren Zutreten nicht mehr erkennen würde. Gesetzt, der Grundwasserstrom wäre nur 10mal reicher als ihn die in dem Graben ausfliessende Quelle anzeigt und er käme mit einem dem reinen Grundwasser eigenen Gehalte von 21^{mg} Kochsalz pro Liter unter das Terrain, wo jetzt die reichlichen Düngerstoffe aufgebracht werden, so würde bei gleich starkem Eindringen der Düngerstoffe von oben der Kochsalzgehalt der Quelle nur $25{,}5^{mg}$ ClNa statt wie jetzt 66^{mg} ClNa betragen.

Den Betrag von $25{,}5^{mg}$ statt 21^{mg} Kochsalz würde aber niemand im Sinne einer zweifellosen Verunreinigung durch Abfallstoffe deuten.

Das Ergebnis der Analyse ist somit in mehrfacher Hinsicht beachtenswerth.

1. Lehrt es, dass die Quelle die Bezeichnung Gesundheitsbrunnen nicht verdient. Die Menge und die Art der Düngerstoffe, welche auf das die Quelle umgebende Gebiet gebracht werden, bedingen, in welchem Grade sich die Verunreinigungen in dem Wasser bemerklich machen.

2. Bietet es ein treffendes Beispiel, wie unter ungünstigen Verhältnissen die starke landwirthschaftliche Benutzung des Bodens, das Grundwasser ganz local verunreinigen kann, wenn das Grundwasser wie im vorliegenden Falle in geringer Menge strömt und ausserdem von einer geringen Bodenschichte bedeckt ist.

Die wasserundurchlässige Bodenschichte der oberen Braunkohlenformation streicht gerade an der Quelle in einer breiten Fläche aus, so dass die seichte Kieslage in dem näheren Umkreise der Quelle ganz in dem Grundwasser steht und letzteres durch seine capillare Erhebung in das Bereich der gedüngten Bodenschichte steigt.

Digitized by Google

Zum Schlusse möchte ich noch hervorheben, dass die Befürchtungen einer weiteren Wasserverunreinigung durch den zukünftigen Friedhof darum hinfällig sind, weil dessen Gebiet entfernt oberhalb des Quellenaustrittes an solcher Stelle in Aussicht steht, wo auf Grund der ausgeführten, sehr tiefen Versuchsgräber und Bohrungen die ungünstigen Bedingungen einer geringen Erdbedeckung über den Gräbern wie bis zum Grundwasserspiegel nicht bestehen.

Digitized by Google

Ueber die Einwirkung von verdünnten Säuren auf Flaschenglas.

Von

Dr. E. Egger,

Vorstand des chemischen Untersuchungsamtes für die Provinz Rheinhessen.

Wir hatten in jüngster Zeit Gelegenheit die Einwirkung verdünnter Säuren auf Flaschenglas zu studiren. Veranlassung hi ezu gab die in einer Schaumweinfabrik gemachte Wahrnehmung, dass alle Weine, welche in die Flaschen einer neu bezogenen Lieferung gefüllt wurden, sich nach kurzer Zeit trübten, während bei gleichzeitiger Füllung von Flaschen einer früheren Sendung, die erwähnten Missstände nicht auftraten, die Weine vielmehr vollkommen klar blieben. Letztere Thatsache führte zur Vermuthung, dass im ersteren Falle das Flaschenglas selbst Ursache der Trübung sei, und wir wurden aufgefordert, Untersuchungen hierüber anzustellen.

Zu diesem Zwecke erhielten wir 6 Flaschen der neuen Sendung, 1 Flasche der alten Sendung, ferner 6 Flaschen, die aus einer anderen Glashütte bezogen waren und endlich 4 Flaschen als neueste Sendung aus derselben Glashütte, welche die Flaschen geliefert hatte, bei denen die besagten Uebelstände sich gezeigt hatten.

Um die gestellte Frage beantworten zu können, wurde auf dem Wege des praktischen Versuches vorgegangen, d. h. es wurden Untersuchungen über das Verhalten dieser Flaschen gegenüber verdünnten Säuren angestellt. Es dienten hiezu verschieden starke Lösungen von Weinsäure, ferner verdünnte Salzsäure und Schwefelsäure. Die Lösungen wurden in die zu untersuchenden Flaschen gefüllt, nachdem ihre Concentration mit Hilfe titrirter Natronlauge genau festgestellt worden war. Auf diese Weise liess

Digitized by Google

sich jederzeit leicht controlliren, ob eine Einwirkung der Säuren auf das Glas stattfand, und wie stark dieselbe war. Eine der Flaschen wurde mit destillirtem Wasser gefüllt, um zu sehen in wie weit dieses auflösend auf das Flaschenglas wirkt.

Die bei diesen Versuchen gewonnenen Resultate waren folgende:

Flasche I »neue Sendung« mit frisch ausgekochtem destillirtem Wasser gefüllt, vom 23. März bis 23. April der Ruhe überlassen.

Nach Ablauf dieser Zeit besass das Wasser wie vordem neutrale Reaction, und hinterliess beim Verdampfen keinerlei Rückstand, der auf eine merkliche Einwirkung des Wassers auf das Glas hätte schliessen lassen.

Flasche II »neue Sendung« 7^{g} krystallisirte Weinsäure mit destillirtem Wasser zu 1 Liter gelöst, und dann in die Flasche gefüllt.

Am 30. März enthielt 1 Liter dieser Lösung = 6,92^{g} Weinsäure
» 23. April » 1 » » » = 5,35^{g} »

Es ergab sich demnach eine Abnahme von 1,57^{g} Weinsäure.

Flasche III »neue Sendung« gefüllt mit einer Lösung von 12^{g} krystallisirter Weinsäure auf 1 Liter Wasser.

Am 30. März enthielt 1 Liter dieser Lösung = 11,8^{g} Weinsäure
» 23. April » 1 » » » = 11,1^{g} »

Säure-Abnahme 0,7^{g} Weinsäure.

Flasche IV »neue Sendung« 20^{g} krystallisirte Weinsäure in 1 Liter destillirtem Wasser gelöst.

Am 30. März enthielt 1 Liter dieser Lösung = 19,6^{g} Weinsäure
» 23. April » 1 » » » = 18,3^{g} »

Säure-Abnahme 1,3^{g} Weinsäure.

Flasche V »neue Sendung« 15^{ccm} conc. Salzsäure mit dest. Wasser zu 1 Liter aufgefüllt.

Am 30. März entsprach diese Flüssigkeit einer Weinsäurelösung von 10,00^{g} im Liter
» 23. April » » » » » » 9,85^{g} » »

Säure-Abnahme 0,15^{g} im Liter

am 13. November nochmal titrirt. Säuregehalt auf Weinsäure gerechnet = 9,80^{g} im Liter.

Der Säuregehalt hatte sich sonach bei weiterer 7monatlicher Einwirkung nur noch um 0,05 ‰ vermindert.

Digitized by Google

Flasche VI »neue Sendung« 15 ccm conc. Schwefelsäure mit dest. Wasser zu 1 Liter aufgefüllt.

Am 30. März entsprach diese Flüssigkeit einer Weinsäurelösung von 42 g im Liter.

Schon nach 3 Tagen zeigten sich in der Flasche büschelförmige, krystallinische Ausscheidungen, die rasch zunahmen. Nach 14 Tagen war die ganze Innenwand der Flasche dicht mit Krystallen besetzt. Der Säuregehalt betrug nunmehr — auf Weinsäure gerechnet — 25 g im Liter. Nach Umlauf von weiteren 8 Tagen wurde der Titer der Flüssigkeit nochmals festgestellt. Derselbe hatte sich jedoch in keiner Weise verändert, da die ausgeschiedenen Krystalle die Glaswände dicht bedeckten, und dadurch eine weitere Einwirkung der Schwefelsäure auf das Glas verhinderten. Nach 7 Monaten betrug der Säuregehalt noch 24,3 ‰. Die krystallinische Ausscheidung bestand aus Kieselsäure und schwefelsaurem Kalk, und zwar enthielt die geglühte Substanz 60,79 % Kieselsäure und 39,21 % wasserfreien schwefelsauren Kalk.

Flasche VII »alte gute Flasche von derselben Glashütte« mit einer Lösung von 12 g Weinsäure auf 1 Liter Wasser gefüllt.

Am 30. März	enthielt 1 Liter dieser Lösung	= 11,8 g	Weinsäure
» 23. April	» 1 » » »	= 11,8 g	»
	Säure-Abnahme	= 0.	

Flasche VIII »alte Sendung« 15 ccm conc. Schwefelsäure mit dest. Wasser zu 1 Liter aufgefüllt.

Am 9. April Stärke der Lösung auf Weinsäure gerechnet	= 42 g
Nach 14 Tagen » » » » » »	= 22 g.

Wie bei Flasche VI war auch hier bereits nach einigen Tagen eine krystallinische Ausscheidung wahrzunehmen, die sich rasch steigerte und fortsetzte, bis die Innenwandung der Flasche vollständig damit bedeckt war.

Flasche IX aus einer anderen Hütte. 7 g Weinsäure auf 1 Liter dest. Wasser.

a) ganze Flasche	19. April	Säuregehalt	= 7,2 g	Weinsäure
	27. »	»	= 7,2 g	»
	13. November	»	= 6,8 g	»
Säure-Abnahme nach 7 Monaten			0,4 g	Weinsäure.

Digitized by Google

b) halbe Flasche 19. April	Säuregehalt	= 7,2 g	Weinsäure
27. »	»	= 7,2 g	»
13. November	»	= 5,5 g	»
Säure-Abnahme nach 7 Monaten		1,7 g	Weinsäure.

Flasche X aus derselben Hütte wie IX.

1 ganze und 1 halbe Flasche mit einer Lösung von 14 g Weinsäure auf 1 Liter gefüllt. Nach 8 Tagen war in keiner der beiden Flaschen eine Säureabnahme zu constatiren. Nach 7 Monaten war der Säuregehalt in der grossen Flasche auf 12 ‰ gesunken.

Flasche XI aus derselben Hütte wie IX.

1 ganze und 1 halbe Flasche mit einer Mischung von 15 ccm conc. Schwefelsäure auf 1 Liter dest. Wasser gefüllt. Weder die grosse, noch die kleine Flasche zeigten nach 8 Tagen eine Herabminderung des Säuregehaltes, und nirgends trat die bei den Flaschen VI und VIII beobachtete krystallinische Ausscheidung auf. In der grossen Flasche wurde nach 7 Monaten nochmals der Titer der Flüssigkeit festgestellt, wobei sich ergab, dass derselbe vollkommen unverändert geblieben war.

Flasche XII »neueste Sendung« aus der Hütte, welche das beanstandete Flaschenglas geliefert hatte, wurde mit einer Lösung von 7 g Weinsäure in 1 Liter Wasser gefüllt.

Flasche XIII war von derselben Sendung wie XII, ebenso Flasche XIV und Flasche XV.

Flasche XIII enthielt eine Lösung von 12 g Weinsäure auf 1 Liter Wasser,

Flasche XIV eine solche von 20 g Weinsäure auf 1 Liter Wasser,

Flasche XV wurde mit einer Mischung von 15 ccm conc. Schwefelsäure auf 1 Liter Wasser gefüllt.

Auf diese Proben hatte keine der Säurelösungen, selbst nach 7 Monaten, irgend einen Einfluss ausgeübt.

Die Vermuthung, dass Mangel an Kieselsäure die geringe Widerstandsfähigkeit des Glases bedinge, fand durch die Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung einiger dieser Flaschenproben Bestätigung.

Digitized by Google

Es enthielten in Procenten:

	SiO_2	Fe_2O_3 + Al_2O_3	Mn	CaO	MgO	Na_2O	K_2O
Flaschenprobe I . .	53,15	13,14	Spur	14,69	0,84	14,83	3,21
» III . .	52,90	12,85	»	15,88	0,95	14,27	3,16
» VII . .	56,34	11,34	»	16,05	1,15	11,44	3,46
» VIII . .	55,02	12,11	»	16,21	1,04	12,11	3,59
» X . .	62,95	6,80	»	16,72	1,80	9,26	1,40
» XIV . .	57,16	11,79	»	11,79	0,90	15,41	2,72

Ein gutes Glasgemenge soll so viel Kieselsäure enthalten, dass sich das 5 bis 6fache Alkalisilicat und die einfachen oder noch besser die zweifachen Silicate der anderen Oxyde bilden können; für die Thonerde wäre aber wohl immer das 3fache Silicat anzunehmen, welches in der Weissglühhitze erweicht. Dabei muss eine genügende Menge amorpher Silicate vorhanden sein, um gegen Entglasung zu sichern (Wagner's Jahresbericht 1883 S. 589).

Wie wenig dieser Forderung bei den fraglichen Flaschengläsern entsprochen ist, ergibt folgende Rechnung.

Flasche I enthielt:

Kieselsäure SiO_2	= 53,15 %	= 0,885	Aequ.
Eisen u. Thonerde $Fe_2O_3 + Al_2O_3$	= 13,14 »	= 0,127	»
Kalk CaO	= 14,69 »	= 0,262	»
Magnesia MgO	= 0,84 »	= 0,021	»
Natriumoxyd Na_2O	= 14,83 »	= 0,239	»
Kaliumoxyd K_2O	= 3,21 »	= 0,034	»

Um die Thonerde in das 3fache, die Alkalien in das 5fache Silicat, und die Erden in die einfachen Silicate zu verwandeln, würden 2,029 Aequ. SiO_2 nothwendig sein, thatsächlich sind aber nur 0,885 Aequ. SiO_2 vorhanden.

Ferner würde zur Bildung dieser Verbindungen

	erfordern:	thatsächlich vorhanden:
Flaschenprobe III	1,996	0,881 Aequ. SiO_2
» VII	1,744	0,939 » »
» VIII	1,834	0,917 » »
» X	1,346	1,049 » »
» XIV	1,959	0,952 » »

Digitized by Google

Demnach ist bei keiner dieser Flaschenproben die vorhandene Kieselsäure zur Herstellung von Verbindungen ausreichend, die eine völlige Widerstandsfähigkeit des Glases gegen saure Flüssigkeiten gewährleisten. Die Composition der Flasche X kommt dieser Forderung am nächsten; hier lässt die gefundene Kieselsäuremenge die Bildung des 2fachen Thonerdesilicates und des 4fachen Alkalisilicates zu. In I, III und VIII vermag die Kieselsäure die Alkalien und Erden nur einfach und dabei nicht einmal die Thonerde 3fach zu binden.

Benrath führt in seinem Werke über Glasfabrication (S. 228), als Beispiele gänzlich verfehlter Zusammensetzung zwei Flaschengläser an, von denen das eine (I) von Péligot untersucht, ebenso wie die hier vorliegenden auf Champagnerflaschen verarbeitet worden war, sich aber als gänzlich unbrauchbar erwies, da der in die Flaschen gebrachte Wein in wenigen Tagen verdarb, und die Flaschen von 4proc. Schwefelsäure dermaassen angegriffen wurden, dass sich das Innere derselben mit einer dichten Gipsschicht überzog. Das andere (II) von Warrington untersuchte Flaschenglas war ebenfalls durch den in demselben lagernden Wein angegriffen worden.

Die chemische Zusammensetzung dieser Gläser war:

I.

Kieselsäure SiO_2	= 52,4 %	= 0,873	Aequ.
Eisen u. Thonerde $Fe_2O_3 + Al_2O_3$	= 11,1 »	= 0,108	»
Kalk CaO	= 32,1 »	= 0,573	»
Natriumoxyd Na_2O	—	—	
Kaliumoxyd K_2O	= 4,4 »	= 0,046	»

II.

Kieselsäure SiO_2	= 49,00 %	= 0,816	Aequ.
Eisen u. Thonerde $Fe_2O_3 + Al_2O_3$	= 14,10 »	= 0,137	»
Kalk CaO	= 27,55 »	= 0,492	»
Natriumoxyd Na_2O	= 2,00 »	= 0,032	»
Kaliumoxyd K_2O	= 7,25 »	= 0,077	»

Sowohl bei I wie bei II reicht die Kieselsäure nur dazu aus das zweifache Thonerdesilicat zu bilden, während die Alkalien und Erden nur einfach gebunden werden können. Um die Thonerde in das 3fache, die Alkalien in das 5fache Silicat zu ver-

Digitized by Google

wandeln und die Erden einfach zu binden, wären bei I. 1,127 Aequ., bei II. 1,448 Aequ. Kieselsäure nothwendig, im ersteren Falle wurden aber nur 0,873, im zweiten 0,816 Aequ. Kieselsäure gefunden.

Aehnlich wie hier, liegen die Verhältnisse bei den von uns untersuchten Flaschenproben und in beiden Fällen ist die geringe Widerstandsfähigkeit des Glases gegen Säuren auf den Mangel der Composition an Kieselsäure zurückzuführen.

Nach diesen Ausführungen erscheint es überflüssig, noch weiter darauf hinzuweisen, welch nachtheiligen Einfluss schlecht zusammengesetztes Flaschenglas auf den Wein auszuüben vermag, der in dasselbe gefüllt wird. Es ist dringend zu wünschen, dass die Fabricanten dieser Glassorten der chemischen Zusammensetzung des zur Verwendung kommenden Rohmaterials mehr Beachtung schenken, als dies jetzt noch vielfach zu geschehen pflegt.

Digitized by Google

Ueber die Verwendbarkeit der Borsäure zur Conservirung von Nahrungsmitteln.

Nach den von Dr. G. H. Schlencker aus Surakarta (Java) ausgeführten Versuchen[1]) mitgetheilt

von

J. Forster.

(Hygienisches Institut der Universität Amsterdam.)

Die Conservirung von Lebensmitteln bildet bekanntlich einen wichtigen Zweig der Industrie; ihr Antheil in der Oekonomie der Nahrungsmittel, den sie mit Recht beanspruchen kann, nimmt mehr und mehr umfassende Dimensionen an[2]). Der Conservirungsmöglichkeit verdankt man es, dass die Verwendung grosser Mengen von Nahrungsmaterial nicht auf bestimmte Gegenden oder auf bestimmte Zeiträume beschränkt ist; die Volums- und Gewichts-

---

1) Vgl. Forster, Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. 1883 12. Heft S. 1754; eine theilweise Mittheilung ist im Juni 1883 von Herrn Schlencker der medicinischen Facultät in Heidelberg zur Erlangung der Doctorwürde vorgelegt und als Inauguraldissertation gedruckt worden.

2) Nach den Aufzeichnungen des statistischen Bureaus zu Washington betrug beispielsweise der Export der präservirten Fleischwaaren aus den Vereinigten Staaten (Fische etc. nicht eingerechnet) den Werth von:

	Dollars
1870	314 000
1872	698 000
1874	848 000
1876	998 000
1878	5 100 000
1880	7 877 000

In dem Decennium 1870—1880 hat sich sonach der Exportwerth etwa um das 26 fache vermehrt.

Digitized by Google

verringerung, die durch mehrere Conservirungsmethoden an dem ursprünglichen Materiale bewirkt wird, erleichtert ausserdem noch den Transport, die Lagerung und Bewahrung der gewonnenen Producte, und namentlich die Proviantirung von Schiffen, Armeen, Festungen, Expeditionen u. s. w. wird durch die Ausdehnung des Verbrauches von Conserven in früher nicht gedachter Weise erleichtert.

Die Nahrungsmittel als Naturproducte unterliegen dem fortwährenden Verderben durch die freiwillige Zersetzung, die der Hauptsache nach als Fäulnis und Gärung zu Tage tritt und somit durch niederste pflanzliche Organismen hervorgerufen wird. Die niedern Organismen entwickeln und erhalten sich auf Kosten der in den Nahrungsmitteln enthaltenen Nährstoffe, wobei dann die verschiedenartigen Zersetzungs- und Spaltungsproducte u. s. w. gebildet werden. Dadurch verderben die Nahrungsmittel, indem sie nicht allein ihren Geschmacks- und Nahrungswerth einbüssen, sondern selbst geradezu der Gesundheit nachtheilige Eigenschaften annehmen können.

Alle Mittel natürlich, welche das Leben jener Organismen vernichten, oder deren Entwickelung verhindern, schützen die Nahrungsmittel zugleich vor dem Verderben. Unter solchen Mitteln nun treten bei der Conservirung von Speisen und Getränken mehr und mehr die sog. Antiseptica in den Vordergrund. Sie verhindern unter bestimmten Bedingungen sowohl die Entwickelung der niedern Organismen aus ihren Keimen, wie auch durch Störung der Zellenthätigkeit die Bildung der schädlichen Gärungs- und Fäulnisproducte. Auf die lebenden Wesen wirken sie demnach in beiden Fällen als Gifte.

Selbstverständlich müssen solche Stoffe, welche die Lebensfunctionen niederer Pilze beeinträchtigen oder unterdrücken, wenn sie den Nahrungsmitteln zugesetzt und mit diesen verbraucht werden, auch eine mehr oder weniger starke Wirkung auf höhere Organismen ausüben: bekanntlich die Ursache, warum trotz entgegenstehender Behauptungen oder Anschauungen [1]) die innerhalb

1) Vgl. z. B. Binz; auch van der Heyden, Traitement des maladies inféctieuses. Utrecht 1883.

Digitized by Google

lebender Organe zur Entwickelung gelangenden Pilze bis jetzt nicht mit Sicherheit, ja nicht einmal mit sehr grosser Hoffnung auf Erfolg durch Darreichung der Antiseptica bekämpft werden können. Zur Conservirung von Lebensmitteln für den Menschen dürfen daher nur solche antiseptischen Zusätze verwendet werden, welche bei anhaltendem Genusse oder auch beim Verbrauch in grösseren Quantitäten, wie sie etwa einem maximalen Tagesconsum von Conserven (verschieden bei Kindern, Erwachsenen etc.) entsprechen können, keine nennenswerthen localen oder allgemeinen Störungen, sei es in dem Verdauungsapparate, sei es nach ihrer Resorption im Darme und nach deren Vertheilung im Körper, hervorrufen. Dies ist namentlich deshalb nöthig, weil ja die Nahrungsmittel behufs der Conservation in den meisten Fällen mit den Antisepticis vermischt oder von denselben in irgend einer Weise mehr oder weniger durchtränkt werden: beim Gebrauche gelangen sodann beide zusammen in den Körper.

Man hat daher zur Beurtheilung der praktischen Verwendbarkeit der Antiseptica, abgesehen von ihrer conservirenden Wirksamkeit im Allgemeinen, noch auf eine Anzahl von Punkten zu achten, auf welche auch in meinem Buche über »Ernährung und Nahrungsmittel« [1]) aufmerksam gemacht ist.

Wenn man nun vom Kochsalz und dem Holzrauche absieht, so sind die antiseptischen Subztanzen, welche bis jetzt zur Conservirung von Lebensmitteln am häufigsten angewendet werden — übrigens werden bekanntlich fortwährend neue, oder alte in neuem Gewande zum gleichen Zwecke anempfohlen —, hauptsächlich eine Anzahl von Säuren, besonders Salicylsäure, Benzoësäure, Borsäure u. ähnl. und deren Salze.

In Betreff der Frage nun, ob und in wie weit die verschiedenen antiseptischen Conservirungsmittel einen nachtheiligen Einfluss auf den Menschen, der die conservirten Speisen verbraucht, ausüben, herrschen mannigfache und einander oft widersprechende Ansichten, Sicheres ist aber, vielleicht mit Ausnahme

1) Handbuch der Hygiene, herausgegeben von v. Pettenkofer und v. Ziemssen, 1882 I. Thl. 1. Abth. S. 195.

Digitized by Google

der Salicylsäure, bis jetzt nur sehr wenig bekannt[1]). Von der Salicylsäure weiss man, dass, während bereits kleine Dosen derselben zur Verhinderung von sog. freiwilligen Zersetzungen genügen, selbst grössere Mengen von ihr die löslichen Fermente, speciell die Verdauungsfermente in ihrer Wirksamkeit nicht beeinträchtigen, ferner, dass beim erwachsenen Menschen erst durch Dosen von etwa 4—5 g deutlich erkennbare pharmakodynamische Wirkungen ausgeübt werden; noch grössere Mengen endlich sind nöthig, bis nach deren Aufnahme in den Darm toxische Erscheinungen oder etwa krankhafte Veränderungen im Verdauungsapparate erfolgen. Aehnlich verhält es sich mit der Benzoësäure oder mit der Borsäure und dem Borax, von welchen im allgemeinen namentlich letztere seit den Versuchen von Mitscherlich[2]) und Binswanger[3]) als sehr wenig schädlich erachtet werden. Kleine Dosen von 0,3—1 g, selbst mehrere Male täglich, scheinen bekanntlich nach den Erfahrungen am Krankenbette und beim Thierexperiment[4]) indifferent zu sein; erst von grösseren Gaben, die einander schnell folgen, erwartet man das Auftreten von gastrischen oder nervösen Erscheinungen. Nach den Angaben von Binswanger, Wertheimber u. a. rufen erst Quantitäten von etwa 12 g und mehr, innerhalb eines Tages in mehreren Portionen genommen, beim Menschen Uebelkeit oder Erbrechen hervor, während Greene einmal selbst 80 g im Tage als Salz ohne ernstliche Folgen gegeben haben will.

Cyon[5]) erwartet sogar eine Ersparung von Eiweiss bei den Zersetzungen im Thierkörper, wenn mit den Nahrungsmitteln borsaure Salze gereicht werden. Doch zeigte Gruber[6]), dass davon wohl nicht die Rede sein kann, sondern dass im Gegentheil, ähnlich wie C. Virchow[7]) vom benzoësauren und salicyl-

1) Vgl. z. B. Renk, Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege 1881 Bd. 13 S. 46.

2) Mitscherlich, De acidi boracici effectu. Berolini 1847.

3) Binswanger, Pharmakolog. Würdigung der Borsäure. München 1847.

4) Vgl. die Handbücher etc. der Arzneimittellehre und der Receptirkunde.

5) Cyon, C. R. 1878 t. 87 p. 845.

6) Max Gruber, Zeitschr. für Biologie 1880 Bd. 16 S. 198.

7) C. Virchow, Zeitschr. für physiol. Chemie 1882 Bd. 6 S. 78.

Digitized by Google

sauren Natron darthat, dem Zusatze von Borax zum Futter des Fleischfressers eine deutlich nachweisbare Vermehrung der Eiweisszersetzung im Körper folge. Allein die Mengen der genannten Salze, welche nöthig sind, um einen solchen Einfluss auszuüben, sind bereits absolut nicht unbeträchtlich, und relativ, im Verhältnisse zu dem Körpergewichte der Versuchsthiere, sind sie geradezu enorm zu nennen; eine ähnliche Wirkung wird daher auch kleineren Dosen nicht zugeschrieben.

Nach diesen pharmakologischen Erfahrungen und namentlich seitdem Southby, Kolbe[1]), Blas[2]) u. a. kleinere Menge Salicylsäure (1—2 g) Wochen und Monate lang mit den täglichen Speisen und Getränken aufgenommen haben, ohne irgend welche Nachtheile hiervon zu verspüren, ist man im Allgemeinen geneigt geworden, die Unschädlichkeit des Genusses von Lebensmitteln, die durch die genannten antiseptischen Stoffe haltbar gemacht wurden, von vornherein anzunehmen.

Allerdings haben sich auch immer Stimmen gegen den unbeschränkten Verbrauch der antiseptischen Conservirungsmittel als Zusatz zu den Speisen erhoben und auf die mehr oder weniger grossen Gefahren aufmerksam gemacht, welche der Genuss der auf genannte Weise conservirten Nahrungsmittel nach sich ziehen könnte. So wurde bereits der vorübergehende Verbrauch einzelner derselben als schädlich bezeichnet: Le Bon[3]) behauptete, dass bereits kleine Quantitäten Borax, mit dem verzehrten Fleische wiederholt eingenommen, zu unangenehmen Darmerscheinungen und selbst zu Diarrhöen führe. Auf die Möglichkeit von Vergiftungen als Folge des fortgesetzten Genusses von kleineren Mengen von antiseptischen Stoffen in der täglichen Nahrung hat in der neuesten Zeit namentlich Brouardel[4]) wiederum die Aufmerksamkeit gelenkt. Mehr allgemein wird bekanntlich der Verwendung von antiseptischen Substanzen als Conservirungs-

1) Kolbe, Journal f. prakt. Chem. 1875 Bd. 11; s. auch die Mittheilungen von Sonnenkalb, deutsche Vierteljahrsschr. f. öff. Ges.-Pflege 1879 Bd. 11 S. 21.

2) Blas, Presse médic. Belg. 1878 Nr. 50.

3) Le Bon, C. R. 1878 t. 87 p. 936.

4) C. R. IV. Congr. Internat. d'Hygiène p. 352. Genève 1883.

Digitized by Google

mittel Misstrauen entgegengebracht, weil man — und wohl häufig nicht mit Unrecht — vermuthet, dass solche Zusätze vorzüglich auch gemacht würden, um bereits mehr oder weniger verdorbenen Getränken oder Esswaaren wieder ein geniessbares Aussehen zu geben und sie verkaufsfähig zu erhalten, wenn sie auch minderwerthig oder selbst nahezu unbrauchbar geworden wären.

In besonders energischer Weise haben neben Brouardel u. a. sich Vallin[1]) und der Berichterstatter des Comité consultatif d'hygiène publique de France, Dubrisay[2]), gegen die Verwendung der Antiseptica, speciell der Salicylsäure, zur Conservirung von Lebensmitteln ausgesprochen. Dubrisay's Rapport, welcher sich übrigens in Bezug auf die Frage der Gefährlichkeit der Antiseptica kaum auf genügende experimentelle Grundlagen stützen dürfte, hat bekanntlich auf der einen Seite neben vielen Zustimmungen einen Sturm von Einreden und Widersprüchen erregt[3]), andererseits aber trat in Folge desselben und des damit in Zusammenhang stehenden Verbotes der Salicylage in Frankreich (1881) in verschiedenen Ländern die Neigung und das Bestreben hervor, die Verwendung derartiger Mittel in der Lebensmittelindustrie gesetzlich zu verhindern oder wenigstens möglichst zu beschränken.

Die Angelegenheit der gesetzlichen Regelung solcher Verwendung kam im Jahre 1881 auch in der städtischen Gesundheitscommission zu Amsterdam, deren Mitglied ich bin, zur Sprache. Zur Untersuchung der Frage wurde eine Subcommission beauftragt, in welcher ich ausführlichen Rapport erstattete. Auf Antrag dieser Subcommission und der Tendenz meines Rapportes entsprechend lehnte es sodann die Gesundheitscommission ab, eine gesetzliche Regelung bei den städtischen Behörden zu beantragen[4]). Ausgehend aber von dem genannten Berichte und bei der streitigen Sachlage, bei welcher offenbar die sichere Basis für die Einführung bestimmter Maassregeln in sanitätspolizeilicher Beziehung fehlte, hielt

---

1) Vallin, Revue d'Hygiène, III. année (1881) p. 265.

2) Vgl. Annal. d'Hygiène publique (Mai 1881) p. 424; und Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène 1881 t. X p. 332.

3) Vgl. Revue d'Hygiène u. Revue Scientifique vom Jahre 1881.

4) Verslag van den Toestand der Gemeente Amsterdam gedur. het jaar 1881, Bijlage VIII, bldz. 7.

Digitized by Google

ich es sowohl vom hygienischen wie vom ökonomischen Standpunkte aus für wichtig genug, womöglich einen experimentellen Beitrag zur Lösung der Frage zu liefern, inwieweit der Verbrauch von Speisen und Getränken, welche durch Zusatz von antiseptischen Stoffen conservirt sind, etwa auszudehnen oder zu beschränken sei. Herr Schlencker, Militärarzt in der niederländisch-indischen Armee, welcher zur Ausfüllung eines längeren Urlaubes in Amsterdam verweilte und u. a. in meinem Laboratorium sich in hygienischen Untersuchungsmethoden zu üben wünschte, übernahm die Ausführung derartiger Experimente um so lieber, als bekanntlich die verschiedenen Conserven und Conservirungsmittel gerade in Indien und auf den dahin bestimmten Schiffen eine ausgedehnte Verwendung zu finden haben. Die nöthigen Versuche hat Herr Dr. Schlencker an sich selbst, wie ich hier anerkennen möchte, mit grosser Umsicht und aller Sorgfalt, meinen Anordnungen sowie den Erfordernissen der Experimente selbst strenge nachkommend, ausgeführt.

Will man Untersuchungen darüber anstellen, welche Erscheinungen mit dem Genusse von Conserven durch den normalen Menschen zusammenhängen, so ist zuerst scharf zu analysiren, in welcher Richtung brauchbare und vertraubare Resultate zu erwarten sind. Nur ganz ausnahmsweise dürfte wohl die Menge der conservirenden Zusätze, welche etwa in der täglichen Nahrung eines Menschen enthalten sind, so gross sein, dass durch deren Verbrauch »pharmako-dynamische« Wirkungen erzielt werden. Können doch, wie erwähnt, von den gebräuchlichen conservirenden Substanzen relativ grosse Quantitäten, selbst von kranken Personen, ohne besonders üble Folgen aufgenommen werden; und man könnte daher denken, dass überhaupt Untersuchungen oder Versuche, die mit kleinen Mengen angestellt werden müssten, resultatlos verlaufen würden. Indes konnte dieser Gedeanke uns nicht davon abschrecken, ans Werk zu gehen, da ja auch die eventuelle Constatirung, es übe der Verbrauch von Conserven keinen nachweisbaren Nachtheil, gerade bei der grossen Bedeutung, welchen die Conservirung der Speisen, auch die durch antiseptische Mittel, in wirthschaftlicher Beziehung besitzt, einigen Verdienstes nicht

Digitized by Google

entbehren durfte. Und dann ermunterte zu den Untersuchungen doch besonders die Ueberlegung, dass, wenn man sich auf ein bestimmtes Gebiet bei der experimentellen Durchführung beschränke, dass dann in einer Richtung wenigstens greifbare Ergebnisse erhofft werden konnten, welche unsere Erkenntnis vermehren würden: es ist nämlich nicht allein die Frage der Berücksichtigung werth, ob der fortgesetzte oder auch nur zeitweilige Genuss von Speisen, welche kleinere Mengen von antiseptischen Substanzen enthalten, allgemeine Wirkungen auf den Körperzustand des Consumenten nach sich ziehen, sondern es dürfte zunächst wichtig sein zu wissen, ob nicht etwa bei solchem Verbrauche — bei einmaliger oder öfterer Verwendung der genannten Stoffe — Veränderungen in der Verdauung oder Ausnutzung der verzehrten Speisen hervorgerufen würden.

In der hier angedeuteten Richtung ist Verschiedenes denkbar. Es liegt die Möglichkeit vor, dass durch die Aufnahme von Speisen, welche mit Antisepticis präservirt wurden, eine nachtheilige Einwirkung auf die menschlichen Verdauungsapparate, wie bereits oft vermuthet, auch bei sehr kleinen Quantitäten jener Substanzen geschehe, ohne dass eben bereits deutliche acute Störungen in der Verdauungsthätigkeit bemerkt werden könnten. Es wäre ferner zu denken, dass dabei nur die Resorptionsgrösse, die sog. Ausnutzung der Nahrungsstoffe, welche in Form von Präserven gegessen werden, beeinträchtigt würde. Ja, es könnte sogar umgekehrt der Fall sein, dass unter dem Einflusse der die Antiseptica enthaltenden Speisen die Fäulnisvorgänge oder Gärungen, welche im menschlichen Darme bekanntlich in geringerem oder selbst auch in grösserem Maasse nach dem Speisegenusse auftreten können und dann mindestens die Veranlassung zu einer verringerten Ausnutzung der Nahrungsbestandtheile im menschlichen Darme geben[1]), beschränkt oder hintangehalten würden, womit dann die Ausnutzung gesteigert und der Nährwerth der Speisen erhöht würde.

Es knüpfen sich sonach an die Beurtheilung der Brauchbarkeit derjenigen Nahrungsmittel, welche durch Zusätze von antiseptischen

1) Vgl. Forster, Ernährung u. Nahrungsmittel; Handbuch der Hygiene, herausgegeben von v. Pettenkofer u. v. Ziemssen, I. Thl. 1. Abth. S. 110.

Digitized by Google

Substanzen conservirt werden, in der That eine Anzahl von Fragen, die kaum anders als auf Grund experimenteller Erfahrungen zu beantworten sind. Ein Urtheil über die besprochenen Conserven hängt sonach, wenn man von der Bedeutung des Genuss- oder Geschmackwerthes hier noch absieht, nicht bloss davon ab, in welchen Mengen die zugesetzten Antiseptica pharmako-dynamische Wirkungen auf den Menschen ausüben und welchen Einfluss ihr wiederholter oder längere Zeit fortgesetzter Verbrauch in dieser Beziehung hat, sondern es richtet sich auch nach der Kenntnis davon, ob bei deren Gebrauch die Verdauungsthätigkeit oder Ausnutzung im menschlichen Darme eine Veränderung in günstigem oder ungünstigem Sinne erfährt.

Die Frage, in welchen Maximaldosen die Antiseptica durch den normalen Menschen verbraucht werden können, ohne dass besondere schädliche Folgen zu erwarten wären, dürfte im allgemeinen wohl am besten durch die medicinische Erfahrung, besonders am Krankenbette, zu lösen sein und ist für die meisten dieser Substanzen, soweit sie als Conservemittel in Betracht gezogen werden können, mehr oder weniger sicher zu beantworten. Vom hygienischen Standpunkte schien es uns daher vor allem wichtig, das Verhalten der Antiseptica in der letztangeführten Richtung zu erforschen, d. h. zuzusehen, ob die Nahrungsmittel des Menschen in seinem Darme bei Zusatz von solchen Mengen von antiseptischen Conservemitteln, wie sie etwa bei einem starken Verbrauche von Conserven in diesem enthalten sein können, anders ausgenutzt würden, als ohne einen solchen Zusatz. Beim normalen Menschen lässt sich bekanntlich nach den im Münchener physiologischen Institute gemachten Erfahrungen[1]), denen ich nicht fremd gegenüberstehe, die Ausnutzungsgrösse einzelner Nahrungsmittel ohne grössere Schwierigkeiten ziemlich sicher bestimmen, indem die auf ein bestimmtes Nahrungsmittel treffenden Verdauungsrückstände durch die charakteristischen Fäces, welche nach Milchgenuss entleert werden, abgegrenzt werden können. Die Untersuchung der Zusammensetzung der

---

1) Vgl. Forster, Ernährung u. Nahrungsmittel S. 98. Leipzig 1882.

Digitized by Google

Fäces und der Vergleich mit der entsprechenden Zufuhr gibt die Daten zur Beurtheilung der Ausnutzung. In diesem Sinne aufgefasst, ergab sich die Anordnung der zur Lösung unserer Frage nöthigen Versuche in einfacher Weise.

Einige Vorfragen mussten aber erst erledigt werden. Es ist wohl selbstverständlich nicht daran zu denken, die verschiedensten Nahrungsmittel unter Zusatz aller möglichen zum Conserviren von Speisen angewendeten Antiseptica, etwa noch bei verschiedenen Individuen, durchzuprüfen. Dies ist aber auch zu thun nicht nöthig, da es hier genügt, wenn das Experiment den Weg anweist, auf welchem späterhin die Praxis etwa aufhellende Beobachtungen sammeln kann.

Mit Rücksicht hierauf und um in der Herrn Schlencker zur Verfügung stehenden Zeit zu einem gewissen Abschlusse zu gelangen, erschien es uns zu dem Zwecke, mehr Einsicht in das Verhalten der Conserven und deren Nahrungswerth zu gewinnen, hinzureichen, an einem Individuum erstens bei gewöhnlicher Kost und zweitens bei Zufuhr von Milch, als einem Nahrungsmittel, das in der Kinderernährung eine quantitativ hervorragende Rolle spielt, dem ausserdem noch häufig, namentlich in den Städten, conservirende Salze zugesetzt werden und bei dem daher eine Kenntnis der Wirkung solcher Zusätze vor allem erwünscht schien, die angedeuteten Versuche auszuführen.

Sodann musste noch eine möglichst zweckentsprechende Wahl unter den verschiedenen Conservirungsmitteln getroffen werden. Zu der Conservirung von Speisen und Getränken scheinen in der neuesten Zeit aus der Gruppe der antiseptischen Substanzen am meisten Salicylsäure, dann aber namentlich die Borsäure oder Verbindungen und Mischungen derselben in der Lebensmittelindustrie verbraucht zu werden. Die Wahl konnte somit kaum anders als auf den einen dieser zwei Stoffe fallen.

Ich entschloss mich, für unsere Versuche, welche auch bei der einfachsten Anordnung begreiflicherweise nicht unerheblich Zeit und Sorgfalt in Anspruch nehmen mussten, die Borsäure (natürlich in reinem Zustande) der zu prüfenden Nahrung zuzusetzen. Für die Wahl der Borsäure sprachen mehrere gewichtige

Digitized by Google

Gründe. Zunächst namentlich die theilweise schon besprochenen Widersprüche bezüglich ihres Einflusses in kleinen Dosen auf den Menschen und auf Thiere — Widersprüche, welche sowohl auf Experimente als auf Beobachtungen sich gründen. Wie erwähnt, soll die Borsäure als Arzneimittel selbst in beträchtlichen Quantitäten an Kranke gegeben werden können, ohne dass dabei bedenkliche Erscheinungen wahrgenommen werden. Thiere der verschiedensten Art ertragen grosse Dosen derselben, einmal oder öfter gereicht, ohne Nachtheil[1]). Von der Darreichung von 4—5^{g} im Tage werden nach Ziemssen u. a. seit den Versuchen von Mitscherlich, Binswanger, Polli[2]), Panum und Redwood kaum je unangenehme oder gar üble Folgen erwartet. Die Eiweiszersetzung im Thierkörper wird, wie angegeben, erst durch ganz enorme Dosen beeinflusst. Eulenberg[3]) erklärt die Borsäure für ein wegen seinen indifferenten Eigenschaften in hohem Grade geeignetes Conservirungsmittel für die menschlichen Nahrungsmittel. Und doch wird nicht selten dem gegenüber angegeben, dass nach Darreichung von Borsäure oder von Boraten, selbst schon von kleinen Mengen, leicht Störungen in den Darmfunctionen eintreten, welche sich bis zu eigentlichen Diarrhöen steigern könnten. Insbesondere hat Le Bon[4]) vor dem Verbrauche von Fleisch und anderen Speisen gewarnt, denen zum Zwecke der Conservirung Borax zugesetzt worden war.

Man hat aber dem Anschein nach auf die Behauptungen Le Bon's nicht viel geachtet, vielleicht weil dessen gleichzeitig geäusserte Meinungen über den Nährwerth der Fleischbestandtheile u. s. w. irrig waren und man ja im allgemeinen wenig geneigt ist, Körner von Wahrheit in einem Spreuhaufen von Irrthümern aufzusuchen. Seit nämlich — und siehe damit den Hauptgrund für die Wahl der Borsäure zu unseren Versuchen —

---

1) Vgl. Semmer u. Neumann, Kleb's Archiv für experimentelle Pathologie (1881) Bd. 14 S. 149.

2) Polli, Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 10. Jahrg. S. 1382; Chem. Centralbl. 1877 S. 646.

3) Eulenberg, Gewerbe-Hygiene S. 82 u. 315. Berlin 1876.

4) Le Bon, a. a. O.

Digitized by Google

Gahn in Upsala unter dem Namen Aseptin [1]) die Borsäure in den Handel brachte, um damit Fleisch und andere Lebensmittel zu conserviren, und nach den Empfehlungen von H. Schiff [2]), Herzen [3]) u. a. hat sich der Verkauf und die Anwendung der Säure selbst und des Borax in flüssiger und fester Form anscheinend sehr verbreitet und es werden in neuester Zeit immer wiederum neue Mischungen oder Verbindungen derselben, z. B. das Borglycerin [4]) oder die Glycoborate [5]), verfertigt und zum Haltbarmachen der Nahrungsmittel des Menschen empfohlen.

Ausser von Schweden aus das Aseptin, wird namentlich an den Küsten der Nordsee Borsäure und Boraxpulver verbraucht, um die frisch gefangenen Seefische zu bestreuen und so zum Transport ins Binnenland geeignet zu machen. In verschiedenen grossen Städten soll es — so wird mir erzählt — bei den Schlächtern und Fleischverkäufern im Sommer nicht ungebräuchlich sein, die Fleischstücke mit pulverisirter Borsäure oder Borax bestreut zum Verkaufe aufzubewahren. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in England wird empfohlen, das Fleisch haltbar zu machen, indem man vor der Tödtung in eine Halsvene des Schlachtthieres eine Borsäurelösung einspritzt, welche sich alsdann mit dem Blute im Körper vertheilt; die auf solche Weise mit Borsäure durchsetzten Weichtheile sollen sich wochenlang unverändert erhalten. Die Anwendung dieses Verfahrens soll ziemlich weit verbreitet sein [6]).

Aber nicht bloss solchen Producten werden Borsäure oder Borate zugesetzt, von welchen sie vor dem Genusse durch Abwaschen theilweise wieder entfernt werden können, sondern auch flüssigen Nahrungsmitteln. So fügt man jetzt sehr häufig der käuflichen Milch, um sie einige Zeit vor dem merkbaren Auftreten der Säuerung zu schützen, verschiedene Conservepulver zu,

1) Vgl. Hirschberg. Arch. f. Pharm. (1872) Bd. 200 S. 45.

2) Schiff, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 8. Jahrg. S. 822.

3) A. Herzen, Atti della R. Acad. dei Lincei. (1879) ser. 3 vol. III p. 131.

4) Barff, Virchow-Hirsch's Jahresberichte (1882) I. Bd. S. 571 (vorgezeigt in der Soc. of Arts and Sciences in London).

5) Larrey-Le Bon, C. R. t. 96 (Sitzung vom 17. Juli 1882).

6) Boston Journ. of Chemistr. 1882 p. 83.

Digitized by Google

deren Ankündigungen einen ständigen Platz in dem Anzeigetheil unserer Tagesblätter einnehmen.

So bestehen beispielsweise solche als Lactin, Aseptin u. s. w. in den Handel gebrachte Milchconservesalze nach Analysen des hiesigen städtischen Amtes für die Untersuchungen von Lebensmitteln zum grossen Theile aus Borsäure und Borax oder enthalten doch meist neben Kochsalz Borsäure. Auch in Deutschland werden Conservesalze für Milch in den Handel gebracht und verbraucht, die beinahe nur aus Borax und Borsäure bestehen[1]). Ebenso wird Borsäure nicht selten in condensirter Milch gefunden. Was hier und in deutschen Provinzen erfahren wird, kommt auch in anderen Ländern vor: so berichtet Reiset[2]) von einer ausgebreiteten Anwendung der Borsäure zur temporären Haltbarmachung der Milch in einem Theile Frankreichs.

Da nun gerade die Kuhmilch bei der Ernährung der Kinder in quantitativer Beziehung einen hervorragenden Platz einnimmt, so schien es vor allem erforderlich zu wissen, ob mit der Zufügung von Borsäure zu den Nahrungsmitteln nicht etwa bestimmte nachweisbare Wirkungen auf den Consumenten derselben verknüpft sind.

Wir wurden ausserdem zu der Wahl der Borsäure um so mehr gedrängt, als andere Conservemittel wie z. B. die Salicylsäure, abgesehen von den mehr allgemeinen Erfahrungen über ihren Gebrauch von Kolbe, Blas, Bochefontaine, v. Heiden u. s. w.[3]), mehr zur Conservirung von alkoholischen Getränken, Frucht-

---

1) Vgl. Fleischmann, Ber. über die Wirksamkeit der milchwirthschaftlichen Versuchsstation Raden im Jahre 1881 S. 24. Rostock 1882. — Auch die zur Conservirung von Milch empfohlene Busse'sche Wasserstoffsäure enthält nach Schrodt (Milchzeitung 1883 S. 785) Borsäure. — S. auch Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1881 14. Jahrg. S. 1019.

2) Reiset, Observation sur le lait bleu (C. R. t. 96 p. 746): »On sait, en effet, que . . . le lait avant son transport subit le plus ordinairement un véritable traitement; il reçoit une proportion notable de bicarbonate de soude, ou même un mélange composé de borax et d'acide borique.« — S. ferner die englischen Patente, z. B. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1883 16. Jahrg. S. 2943.

3) F. v. Heiden, die hygienische Bedeutung der Salycilsäure S. 51. Dresden 1883.

Digitized by Google

säften u. dgl. verwendet wird. Hier aber sind, einen fortgesetzten und stärkeren Consum angenommen, die Gefahren des Alkoholverbrauches etc. sicherlich viel mehr zu fürchten, als die, die etwa von geringen Zusätzen von Salicylsäure drohen.

Zur Entscheidung der von mir gestellten Frage nun hatte Herr Schlencker in einer ersten Versuchsreihe eine Anzahl Tage hindurch erst ohne und dann mit Zusatz von Borsäure eine in quantitativer und qualitativer Hinsicht gleichmässig zusammengesetzte Nahrung zu verzehren, die aus allgemein gebräuchlichen Speisen bestehen sollte, und sodann die Menge der für diese Ernährungsart treffenden Fäces zu bestimmen. Die nöthigen Versuche hat Herr Schlencker unter meiner Leitung und Aufsicht und unter Beobachtung aller bekannten Vorsichtsmaassregeln bei der quantitativen Zusammenstellung und der Bereitung der Speisen, die stets unter seinen Augen geschah, an sich selbst ausgeführt. Es ist dazu zu bemerken, dass Herr Schlencker bei einem mittleren Körpergewicht von 72 ^{kg} von ziemlich kräftiger Constitution ist und dass namentlich seine Verdauungsthätigkeit regelmässig ablief; dass er ferner seines Wissens an besonderen Darmerscheinungen abnormer Art niemals gelitten und bisher im allgemeinen die verschiedenartigsten Speisen ohne Störungen ertragen hat. Auch in tropischen Klimaten, bei seinem mehrjährigen Aufenthalte als Militärarzt auf Java und auf Sumatra und während des Krieges in Atjeh, hat er nicht etwa nachtheilige Einflüsse auf die Verdauungsorgane erfahren, die bleibende, sich etwa gar in die Zeit seines Urlaubes und den Aufenthalt in Europa erstreckende Folgen gehabt hätten.

Die Versuche wurden so angeordnet, dass zum Beginne der einen Reihe am ersten Tage ausschliesslich Milch mit einigen hartgekochten Eiern verbraucht wurde, zu dem Zwecke, durch die auf solche Weise producirten Milch- und Eierfäces die der zu prüfenden Nahrung entsprechenden Verdauungsrückstände zu isoliren. Unter Beobachtung der bereits von Rubner[1]) angegebenen Vorsichtsmaassregeln gelang dies in bester Weise durch die Bildung

1) Rubner, Zeitschr. f. Biologie (1879) Bd. 15 S. 119.

Digitized by Google

gelbgefärbter, fester Excremente. Hierauf wurden drei Tage hindurch, in Form der hier üblichen Mahlzeiten (erstes und zweites Frühstück, Mittagessen um 5 Uhr nachmittags und kleines Abendbrod) die genau gewogenen und in ihrer Zusammensetzung bekannten Speisen in täglich gleichbleibender Quantität und Qualität verzehrt und am 5. Tage wiederum ausschliesslich Milch nebst einigen Eiern zur Abgrenzung der Fäces verbraucht. Unmittelbar an diesen Milchtag schloss sich eine zweite dreitägige Periode, in welcher qualitativ und quantitativ genau die gleichen Speisen wie in dem ersten Versuchsabschnitte gegessen wurden, mit dem einen Unterschiede, dass den einzelnen Speisen, gleichmässig über die Mahlzeiten vertheilt, Borsäure zugesetzt wurde. Am 9. Tage bildeten wieder nur Eier und Milch die Nahrung, während endlich hierauf eine weitere dreitägige Periode folgte, in der die gleiche Kost wie früher, diesmal jedoch ohne Zusatz von Borsäure, gegessen wurde. Zur Isolirung der auf den letzten Abschnitt treffenden Fäces wurde die ganze Versuchsreihe in der Weise geschlossen, dass am 13. Tage nur mehr Milch und Eier aufgenommen wurden. Auf solche Weise gelang es, die den einzelnen dreitägigen Perioden angehörenden Verdauungsrückstände, die in täglich regelmässig erfolgenden Defäcationen entleert wurden, durch die dazwischen liegenden Milchfäces von einander getrennt zu erhalten und gesondert zu untersuchen.

Der während der Versuchsreihe entleerte Harn wurde in 24stündigen Perioden gesammelt.

Was die Nahrung während des Versuches anlangt, so ist dazu noch folgendes zu bemerken: Bekanntlich kann der Mensch ein täglich gleichbleibendes Speisegemenge in gleicher, grösserer Quantität nur schwer längere Zeit hindurch essen; es ist dies eine Erfahrung, die bereits W. Starck im vorigen Jahrhunderte von sich angab und die seither wiederholt bei wissenschaftlichen Versuchen gemacht worden ist, so z. B. auch in den bekannten Versuchen von J. Meyer[1]), in welchen dieser mehrere Tage hindurch nur Brod essen musste. Es geht jedoch leichter, Speisen

1) G. Meyer, Zeitschr. f. Biologie (1871) Bd. 7 S. 1.

ohne Abwechslung zu geniessen, wenn ihre Quantität nicht zu gross ist. Mit Rücksicht hierauf liess ich zum täglichen Genusse eine Speisenmenge zusammensetzen, deren Volum und Nährstoffgehalt ziemlich geringer war, als gewöhnlich in der mittleren Kost eines kräftigen Erwachsenen zu finden ist. Es erschien mir dies noch um so zweckmässiger, als man weiss [1]), dass kleinere und mittlere Speisevolumina unter sonst gleichen Umständen häufig besser im menschlichen Darme ausgenutzt werden, als dies bei grösseren der Fall ist. Bei der Wahl kleinerer Speisemengen war nicht zu befürchten, dass unter dem Einflusse des verzehrten Speisevolums nach einigen Tagen vielleicht eine Veränderung in der Speiseausnutzung erfolgte, die dann irrthümlich der Wirkung der Borsäure zur Last gelegt würde.

Die Rohmaterialien der Speisen und die Getränke, die genau in gleicher Weise in den drei Versuchsabschnitten verbraucht wurden, stammten, soweit das möglich war, von einem grösseren Vorrathe oder waren von dem gleichen Lieferanten bezogen; völlig gleichmässige Stücke derselben wurden ausgewählt und täglich in gleicher Quantität und mit gleichbleibenden Mengen von Butter, Salz, Wasser und Gewürzen zubereitet, und endlich in den zur Zubereitung verwendeten Gefässen selbst bis auf den letzten Rest verzehrt. Von den ursprünglichen Materialien wurden, soweit das erforderlich, Bestimmungen der Trockensubstanz, sowie des Stickstoff- und Fettgehaltes ausgeführt. Die auf solche Weise behandelte tägliche Nahrung bestand aus:

200 g von sichtbarem Fette etc. völlig befreitem Fleische (Filetstück)
500 » Milch
2 Stück Eier von 54—60 g
120 g Butter (zum Brode und zum Zubereiten der Speisen)
200 » Kartoffel
250 » Wirsing (Savojer Kohl)
300 » Weissbrod.

Dazu kamen noch zum Trinken während des ganzen Tages und Abends 350 g Bordeauxwein mit 500 g Emser Wasser, an dessen Genuss Herr Schlenker gewöhnt war, und 250 g Trinkwasser.

1) Vgl. J. Forster, Ernährung u. Nahrungsmittel S. 104. Leipzig 1882.

Digitized by Google

Aus diesen Substanzen berechnet sich, theilweise nach den besonders ausgeführten Analysen, theilweise nach den bekannten mittleren Zusammensetzungen der Nahrungsmittel (z. B. bei den Eiern), als an einem Tage aufgenommen (in Grammen):

	Trockensubstanz	Eiweiss	Stickstoff	Fett
Fleisch	51,0	39,8	6,37	6,6
Milch	55,2	15,5	2,48	15,0
Eier	24,0	12,6	2,02	9,8
Butter	110,0	1,8	0,29	104,4
Kartoffel	48,4	3,6	0,57	0,4
Wirsing	27,5	8,3	1,33	0,9
Weissbrod	159,6	26,7	4,27	3,3
Summe:	475,7	108,3	17,33	140,4

Die in den Getränken enthaltenen kleinen Mengen fester Stoffe können, da sie ohne Zweifel nach ihrer Aufnahme in den Darm leicht und rasch resorbirt und ausserdem an jedem Versuchstage ganz in gleicher Weise verbraucht wurden, hierbei ausser Betracht bleiben.

An den Milchtagen wurden in zwei Mahlzeiten zusammen je 1500g Milch und 4—6 Eier verzehrt.

Was die Menge der Borsäure betrifft, welche in dem zweiten Versuchsabschnitte der täglichen Nahrung zugesetzt werden sollte, so beschloss ich, hierfür etwa die Maximalquantität der Säure zu wählen, welche unter der Annahme, dass zufällig ein Mensch vorzugsweise von Borsäure leben würde, möglicherweise in dessen täglichen Speisen und Getränken enthalten wäre; diese dürfte jedoch die Dose nicht überschreiten, bei welcher man pharmakodynamische Wirkungen erwarten konnte. Gesetzt, dass ein Mensch Milch verbraucht, in welche der Verkäufer, um sie vor dem Sauerwerden zu schützen, nur 0,5g Borsäure pro Liter gegeben habe; angenommen ferner, dass der Schlächter, von dem jener sein Fleisch bezieht, die Gewohnheit hat, dies mit einem borhaltigen Conservesalz zu bestreuen, welches theilweise in das Fleisch eindringt und beim Abwaschen nicht entfernt wird; den Fall endlich gedacht, dass unter den übrigen Speisen, welche dabei genossen werden, Conserven, und in diesen und in den verbrauchten Getränken ebenfalls noch Borsäure enthalten wären, so könnte

Digitized by Google

der Zufall es leicht wollen, dass zwei und selbst mehr Gramme Borsäure mit der an einem Tage verzehrten Nahrung eingenommen würden. Nach Ziemssen können aber noch 4^g Borsäure täglich ohne merkbare Wirkungen gereicht werden. Auf Grund solcher Ueberlegungen kam ich zu der Menge von 3^g reiner Borsäure ($1,75^g$ Bortrioxyd enthaltend) pro Tag, welche auf die verschiedenen Speisen und Getränke, Milch, Wein, Fleisch und Gemüse vertheilt und so allmählich im Laufe des Tages mit letzteren verzehrt wurden.

Ich bemerke an dieser Stelle, dass Herr Schlencker, abgesehen von den später zu besprechenden Erscheinungen in Bezug auf die Resorption im Darme und ausser dem unbestimmten Gefühle einer leichten Ermüdung subjectiv nichts von einer allgemeinen oder besonderen Wirkung dieses Borsäurezusatzes zu seiner Nahrung wahrnehmen konnte, und dass auch objective Zeichen eines Einflusses von Seite des eingenommenen Antisepticums, z. B. auf den Puls, die Körpertemperatur u. s. w., fehlten.

Die erste Versuchsreihe nun wurde auf solche Weise Ende Oktober und Anfang November 1882 ausgeführt. Was zunächst die Harnausscheidung betrifft, so wurden für die drei Perioden von je dreitägiger Dauer, die jedesmal durch einen Milchtag von einander geschieden waren, im Gesammten folgende Zahlen erhalten:

	Harn in ccm	Harnstoff in grm	Phosphorsäure (P_2O_5) in grm	Schwefel als SO_4 in grm	Gesammt-Schwefel in grm
I. Periode 25.—27. Oct. 1882	3995	111,95	7,80	3,57	4,24
Milchtag 28. » »	1275	31,54	—	1,17	1,47
II. Periode 29.—31. » »	4570	110,86	9,36	4,04	4,18
Milchtag 1. Nov. »	1025	28,90	—	1,07	1,11
III. Periode 2.—4. » »	3485	107,51	8,21	3,88	4,02

An je einem Tag der einzelnen Perioden wurden sonach im Mittel[1]) ausgeschieden:

1) Die Harnanalysen sind nach den Methoden von Pflüger und Neubauer jeden Tag gemacht worden, aber ich habe es doch vorgezogen, das

Digitized by Google

An einem Tage der	Harnstoff grm	Phosphorsäure grm	Schwefel als SO_4	Gesammt-Schwefel	Differenz
I. Periode . . .	37,32	2,60	1,19	1,41	0,22
II. » . . .	36,95	3,12	1,35	1,39	0,04
III. » . . .	35,84	2,74	1,29	1,34	0,05

Die verzehrte Eiweissmenge entspricht einer Quantität von etwa 36,5g Harnstoff. Da ausserdem noch Stickstoff in den Fäces ausgeschieden wird, so ergibt sich, dass während der Versuchsdauer eine kleine Menge von Eiweiss vom Körper verloren ging. Dies war auch von vornherein zu erwarten, da, wie erwähnt, abgesehen von der Buttermenge absichtlich eine etwas schmale Kost gewählt worden war. Auf den Eiweissumsatz scheint nach den obigen Zahlen der Borsäurezusatz zur Nahrung keinen Einfluss geübt zu haben. Jedenfalls kann von einer Steigerung des Eiweisszerfalles wie in den Versuchen von Gruber[1]) hier bei den geringen Borsäuredosen nicht die Rede sein. Eher könnte man an eine Verminderung des Eiweissumsatzes unter der Borsäurewirkung denken, ein Gedanke, der mit den Ausführungen Cyon's[2]) im Einklange stünde. Ich bin aber mehr zu der Annahme geneigt, dass der Borsäure in der verbrauchten Quantität keine derartige Wirkung zukam; die geringe Abnahme der Harnstoffmenge erklärt sich wohl am einfachsten durch die bekannte Erscheinung, dass die Zersetzung von Eiweiss im Körper bei gleichbleibender Eiweisszufuhr allmählich mit letzterer sich in das Gleichgewicht setzt[3]). Bei der gewöhnlichen Kost, die der Versuchsreihe voranging, hat Herr Schlencker ohne Zweifel etwas mehr Eiweiss im

Mittel aus den dreitägigen Summen zu nehmen, da bekanntlich erst durch längere Uebung eine gleichmässige Harnentleerung in Tagesperioden erzielt wird. Da Herr Schlencker diese Uebung noch nicht völlig besass, so sind an den einzelnen Versuchstagen Schwankungen bis zu 3 und 4g Harnstoff, die bei dieser obigen Berechnungsweise ausfallen.

1) Max Gruber, a. a. O.

2) Cyon, a. a. O.

3) Voit, Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels (1881) S. 115. — Forster, Ernährung u. Nahrungsmittel S. 26. Leipzig 1882.

Digitized by Google

im Tage aufgenommen. Das geringe Absinken der Stickstoffausscheidung im Harne ist daher leicht erklärlich und bedeutet kaum etwa eine eiweissersparende Wirkung des Borsäuregenusses. Es ist übrigens von vornherein nicht unsere Absicht gewesen, einer solchen Wirkung nachzuforschen: die Bestimmung des Harnstoffs sollte mir eine Controle der gleichmässigen Nahrungsaufnahme sein, und ich glaube, auf Grund der erhaltenen Zahlen behaupten zu können, dass in der That in dieser Beziehung durch Herrn Schlencker das Mögliche an Genauigkeit geleistet wurde. Für die folgende Beurtheilung der übrigen Verhältnisse bietet begreiflicherweise das hier erhaltene Resultat eine sichere Unterlage dar.

Von den anderen Bestandtheilen des Harnes mussten einiges Interesse die Schwefelverbindungen und die Phosphorsäure erregen. Da der Schwerpunkt unserer Untersuchung jedoch in den Verhältnissen der Darmausscheidung lag, so sollten die Harnbestimmungen nur orientirend sein: ich gebe daher hier nur einigen Vermuthungen Ausdruck, welche die erhaltenen Zahlen erweckten, indem ich dabei bemerke, dass Versuche, die sich specieller mit den hier aufsteigenden Fragen beschäftigen, in meinem Laboratorium im Gange sind. Eine nähere Besprechung, welche uns hier von dem gesteckten Ziele nur abhalten würde, behalte ich mir deshalb auf eine andere Gelegenheit vor, wo auch eingehender auf die bezüglichen experimentellen Verhältnisse geachtet werden soll.

In der hier angeführten Versuchsreihe wurde zunächst nach den Angaben Baumann's in dem mit Essigsäure angesäuerten Harne (50 ccm) mittels Chlorbarium die Schwefelsäure erhalten; eine zweite Portion des Harns wurde mit Soda und Salpeter eingedampft und verbrannt und in der Asche die gesammte, im Harn enthaltene Menge des Schwefels als Schwefelsäure bestimmt [1]).

1) Es wurde nicht unterlassen, nach dem Verbrennen des schwedischen Filters, auf dem der schwefelsaure Baryt gesammelt worden war, die im Tiegel mit dem Barytsalz vereinigte Filterasche mit einem Tropfen verdünnter Schwefelsäure zu befeuchten, vorsichtig abzudampfen, nochmals zu erhitzen

Digitized by Google

Die Menge des Schwefels nun, welcher im Harne in Form von schwefelsauren Salzen ausgeschieden wird, ist in der ersten Periode im Tag etwas geringer, als in dem Borsäureabschnitte und in der dritten Reihe, während umgekehrt die Menge des Schwefels, welcher nicht in dieser Form sich im Harn befand, in und nach der Borsäurereihe geringer war als vorher. Das Verhältnis des Schwefels (als Schwefelsäure) zu dem Gesammtschwefel im Harne ist in der ersten Versuchsperiode daher ein viel weiteres als in der zweiten und dritten; in der Weise, dass normal bei der gewählten Nahrung, auf einen Theil Schwefel, welcher in Form von gepaarten Verbindungen, als Aetherschwefelsäure, im Harne auftritt, beträchtlich weniger Schwefel in Form von einfachen schwefelsauren Salzen angetroffen wurde, als bei der gleichen Nahrung, wenn sie Borsäure enthielt. Es verhält sich nämlich der Schwefel, der sich als schwefelsaures Alkali im Harne befindet, zu dem Gesammtschwefel wie:

I. Periode	1 : 1,188
II. »	1 : 1,035
III. »	1 : 1,036

oder auf 1 Schwefel in Form von Aetherschwefelsäure etc. trifft Schwefel in Form von Alcali-Sulfaten:

I. Periode	5,3
II. »	28,9
III. »	27,7

Auf Grund dieser Versuchsergebnisse ist man zu der Vermuthung berechtigt, dass der Borsäurezusatz zu der Nahrung eine in gewissem Sinne günstige Wirkung ausübe, in dem Sinne, dass durch ihren Genuss mit den Speisen die Fäulniserscheinungen, welche bei gemischter Kost sich im Darme einstellen und die durch Bildung aromatischer Substanzen im Darme zu der Ausscheidung der Aetherschwefelsäuren im Harne führen können, vermindert wurden; ja man kann aus obigen Zahlen noch schliessen, dass

und dann erst zu wägen. Controlbestimmungen ergaben auf solche Weise ganz übereinkommende Zahlen, auch bei der directen Bestimmung der Schwefelsäure im Harne.

Digitized by Google

diese Verminderung auch noch einige Zeit nach der Unterbrechung der Borsäurezufuhr fortdauere. Die Berechtigung zu einer solchen Annahme steigt noch, wenn man sieht, dass das Verhalten des Schwefels im Harne an den beiden in die Versuchsreihe eingeschobenen Milchtagen vor und nach der Borsäureaufnahme völlig das gleiche ist, wie an den Tagen mit der gemischten Kost. Die Differenz nämlich zwischen den beiden Verbindungsformen des Schwefels im Harne und das Verhältnis des Schwefels als Schwefelsäure zum Gesammtschwefel (a) und des Schwefels als Aetherschwefelsäure zum Schwefel als Schwefelsäure (b) ist:

	Differenz in grm	a	b
am Milchtage vor dem Borsäurezusatze	0,30	1:1,256	1: 3,9
» » nach » »	0,04	1:1,037	1:26,7

Indess muss man bei der Beurtheilung dieser Ergebnisse vorsichtig sein, da es sich einerseits immerhin nur um relativ kleine absolute Zahlen handelt, und andererseits auch der Borsäurezusatz nur indirect mit der beobachteten Erscheinung im Zusammenhange stehen kann. Die Wichtigkeit des berührten Verhaltens, besonders die Bedeutung der gemachten Wahrnehmung mit Bezug auf das Pilzleben im menschlichen Darme ist so gross, dass ich nicht zögern wollte, hierauf aufmerksam zu machen, wenn ich auch noch mit besonderen Versuchen, die jedoch einige unerwartete Schwierigkeiten darbieten, in dieser Richtung beschäftigt bin.

Auch die Phosphorsäureausscheidung im Harne bietet einiges Besondere dar. Es kann nämlich keinesfalls bezweifelt werden, dass an den Tagen, an welchen Borsäure mit den Speisen verzehrt wurde, und auch noch etwas nachher mehr Phosphorsäure im Harne gefunden wurde, als an den Tagen ohne Borsäuregenuss. Ob es sich hier jedoch in der That um eine Mehrausscheidung der Phosphorsäure, womit das eigenthümliche Auftreten der erwähnten Ermüdungserscheinungen etwa in Verband gebracht werden könnte, handelt oder um andere Verhältnisse, darauf kann ich erst einigermaassen nach der Betrachtung der Phosphorsäuremengen, welche in den Fäces enthalten sind, eingehen.

Dies, was die Harnausscheidung anlangt. Was die Fäces betrifft, so ist zu erwähnen, dass die Defäcation in grosser

Digitized by Google

Regelmässigkeit täglich zwischen 10 und 12 Uhr vormittags im Laboratorium erfolgte. Hierbei wurde, wie hauptsächlich aus der Entleerung der Milchfäces zu erkennen war, stets der grössere Theil der vom vorhergehenden Tage stammenden Verdauungsrückstände ausgeschieden. Die Wägung der eigentlichen Versuchsfäces ergab, nach sorgfältiger Abscheidung der durch ihre Färbung und Consistenz leicht zu unterscheidenden Verdauungsrückstände der Milchtage [1]), die in der nachstehenden Tabelle zusammengesetzten Zahlen:

Datum der Ausscheidung	Gehörend zu Versuchstag	Frische Substanz in grm	Trockensubstanz in grm
26. Oct. 1882	1.	31,0 [2])	4,85
27. » »	2.	83,5	16,62
28. » » (Milchtag) .	3.	147,5	28,30
29. » »		31,8 [3])	9,23
30. » »	5.	96,5 [4])	13,32
31. » »	6.	117,6	21,06
1. Nov. » (Milchtag) .	7.	130,0	24,06
2. » »		42,0 [5])	11,94
3. » »	9.	76,0 [6])	12,51
4. » »	10.	103,1	19,23
5. » » (Milchtag) .	11.	150,0	26,68
6. » »		33,3 [7])	9,33

1) Wenn man recht ängstlich bei der Beurtheilung davon sein wollte, so konnte man manchmal, hier wie in den nachfolgenden Versuchen, an der Grenze der einen gegen die andere Art der Fäces einigen Zweifel hegen, wohin ein kleiner Theil derselben zu rechnen wäre. Um möglichst genau zu sein, haben wir den zweifelhaften Antheil besonders gewogen, und ohne Beimischung zu den zu untersuchenden Fäces nur den betreffenden Gewichtsantheil in Rechnung gebracht. Dieser zweifelhafte Antheil betrug jedoch niemals mehr als 0,5—0,7 g der frischen Substanz. Die Genauigkeit der Abgrenzung kann demnach allen Ansprüchen genügen.

2) Nach Abgrenzung von 41 g Milchfäces.

3) Die ausgeschiedenen Fäces bestanden erst aus den 31,8 g, die zu der gemischten Kost gehörten; an diese schlossen sich dann 40,0 g Milchfäces an.

4) Abgegrenzt von 24 g zuerst entleerten Milchfäces.

5) Wie vorher abgetrennt von 55,0 g Milchfäces.

6) Abgegrenzt von 17,0 g zuerst entleerten Milchfäces.

7) Nach Abtrennung der nachfolgenden Milchfäces.

Digitized by Google

Für die 3 Versuchsabschnitte erhält man durch Addiren der an den einzelnen Versuchstagen entleerten Fäces bei der in allen drei Perioden gleichbleibenden Nahrungsaufnahme:

	frische Fäces	trockene Fäces
I. Periode	293,8	59,0
II. » (mit täglich 3 g Borsäure) .	386,1	70,4
III. »	362,3	67,7

Nach diesen Zahlen kann nicht gezweifelt werden, dass unter dem Einflusse des Verbrauches von Borsäure eine grössere Menge von Excrementen geliefert wird, als bei gleicher Nahrung ohne den Borsäurezusatz geschieht. Die Vermehrung der Darmausscheidung auf einen Tag berechnet, ist allerdings nicht beträchtlich, aber sie beträgt im Verlaufe von drei Tagen doch nahezu 100 g frischer und über 10 g trockener Substanz, oder etwa 30% der Ausscheidungsgrösse der frischen, und etwa 20% der Excretion der trockenen Fäces. Jedenfalls überschreiten diese Zahlen weit die Grenzen der Versuchs- oder Beobachtungsfehler.

Bemerkenswerth ist hierbei noch, dass, wie das auch aus der Betrachtung der Harnausscheidung sich ergab, die Wirkung des Verbrauches der Borsäure, die in der Dosis von 3 g im Tage als Zusatz zu gewöhnlichen Speisen verzehrt wurde, sich auf längere Zeit hin erstreckt, so dass in der Normalperiode ohne Zusatz des Antisepticums, welche der Borsäureperiode folgte, nahezu die gleichen Mengen von frischen und trockenen Fäces entleert wurden, wie während des Borsäureverbrauches selbst.

Während hiernach ein Einfluss des Borsäurezusatzes zu der Nahrung eines Menschen auf die Quantität der Fäces deutlich zu erkennen ist, könnte man bei einer oberflächlichen Betrachtung zu der Meinung kommen, dass eine qualitative Aenderung, eine Veränderung ihrer Zusammensetzung, nicht erfolgt sei. Der Wassergehalt der Fäces ist in den drei Versuchsabschnitten nahezu der gleiche; ebenso ist ihr procentischer Gehalt an Stickstoff und Asche in den drei Perioden nur unbedeutend von einander verschieden. Aus den doppelt ausgeführten Untersuchungen berechnet sich in dieser Beziehung der nachstehende procentische Gehalt in den frischen Fäces:

Digitized by Google

	Wasser	Stickstoff	Asche
I. Periode	79,9	1,18	3,34
II. »	81,8	1,07	2,91
III. »	81,3	1,08	2,91

oder es beträgt der procentische Gehalt der wasserfreien Fäces:

	Stickstoff	Asche
I. Periode	5,87	16,60
II. »	5,88	15,98
III. »	5,76	15,57

Der tägliche Verbrauch von 3g wasserhaltiger Borsäure übt sonach ohne Zweifel auf die Verdauungsorgane des normalen Menschen, bzw. auf ihre Function einen Einfluss aus, der sich zunächst darin zu äussern scheint, dass die Quantität der Hauptbestandtheile der Fäces vermehrt ist.

Man könnte nun den Einwand erheben, dass die Resultate der einzelnen Versuchsreihe mehr zufälliger Natur wären oder dass nicht die Fäcesmenge der ersten Periode, sondern die der dritten die normale Ausnutzung der gebrauchten Nahrung ergäbe. Allerdings liegt für solche Annahmen in der ganzen Versuchsreihe, die mit der grössten Sorgfalt nach allen Seiten hin ausgeführt und bei welcher jeder Zufall möglichst ausgeschlossen wurde, kein erkennbarer Grund vor; im Gegentheile: bereits die Betrachtung der Harnstoffausscheidung spricht, wie erwähnt, bestimmt gegen eine solche Meinung. Immerhin aber scheint es zweckmässig, vor einer eingehenderen Besprechung der Ergebnisse aus der ersten Reihe erst die weiteren Versuche, die Herr Schlencker an sich anstellte, zu betrachten.

Für diese wurde aus bereits erwähnten Gründen statt einer aus mehreren Speisen zusammengesetzten Nahrung vorzüglich Milch gewählt. Es erwies sich jedoch in ein paar Vorprüfungen, dass dem ausschliesslichen Gebrauche grösserer Mengen von Milch an einem Tage leicht eine Entleerung wasserreicher, wenig consistenter Fäces folgte; dies machte sodann eine scharfe quantitative Bestimmung der Milchfäces unsicher, da sich die Verdauungrückstände der dem Versuche vorausgehenden wie folgenden Nahrung trotz längerer eingeschobener Zwischenpausen bereits im Dick-

Digitized by Google

darme etwas mit den Milchexcrementen mischten. Da jedoch die Fäcesmengen bei alleiniger Milchzufuhr etwas geringer waren als bei der gemischten Nahrung, und ausserdem die Menge des zweifelhaften resp. gemischten Antheiles der Fäces in diesen Fällen nicht gerade unbeträchtlich genannt werden konnte, so durfte eine der früheren (s. Seite 93) ähnliche Correctur nicht angewendet werden. Somit waren wir genöthigt, die Menge der zu geniessenden Milch etwas zu verringern und mit dieser dafür einige Eier zu verzehren. So gelang es ebenfalls consistente und gelb gefärbte Fäces zu produciren, welche leicht von den zu der vorausgehenden und folgenden gemischten Kost gehörenden Excrementen getrennt werden konnten. Die Anordnung der Versuche selbst war sodann derart, dass an zwei aufeinanderfolgenden Tagen, denen der Verbrauch gemischter Kost mit einer 18stündigen Essenspause voranging, ausschliesslich Milch aus einer der hiesigen Milchanstalten und Eier verzehrt wurden. Am dritten Tage wurde endlich nach einer hinlänglichen Pause in der Nahrungsaufnahme (etwa 18 bis 20 Stunden nach dem letztem Milchgenusse) gewöhnliche fleischhaltige Nahrung verzehrt. Solcher zweitägiger Versuche wurden vier angestellt, bei welchen die Abgrenzung der dunkelgelb gefärbten und consistenten (festweichen) Milch- und Eierfäces von denen des gemischten Essens bis auf ein paar Zehntelgrammen mit Sicherheit geschehen konnte.

Zwischen den einzelnen Versuchsreihen, namentlich wenn Borsäure gereicht wurde, liessen wir, um den Erfahrungen des ersten Experimentes gerecht zu werden, eine längere Zwischenpause verstreichen, in welcher eine eventuelle Restitution des durch die Borsäure vielleicht beeinflussten Darmtractus geschehen konnte; bis zur Vollendung der vier Versuche musste somit längere Zeit hingehen, während welcher selbstverständlich alle Excesse in Speiseaufnahme etc. sorglich vermieden wurden.

Von der verwendeten Milch wurden Doppelbestimmungen der Trockensubstanz, des Fettes und der Aschenmenge gemacht und ebenso das Gewicht des verzehrten Antheils und der Eier, welche von einem untersuchten Vorrathe stammten, genau bestimmt.

Digitized by Google

Aus dem gleichen Grunde wie früher sollte auch hier die verzehrte Speisemenge nicht gross sein. Es wurden daher in den vier Versuchsreihen innerhalb der zwei Versuchstage, zweckmässig vertheilt, je 2250 ccm Milch und 12 Eier verzehrt. Mit dieser Menge von Milch und Eiern wurden nun in den Darmkanal eingeführt:

		Trockensubstanz	Stickstoff	Aetherextract
1. 8. u 9. Dec. 1882:	Milch	279,2	12,42	80,9
	Eier	153,0	13,23	63,9
	Summe:	432,2	25,65	144,8
2. 30. u. 31. Dec. 1882:	Milch	250,1	11,12	65,4
	Eier	171,8	14,12	69,3
	Summe:	421,9	25,24	134,7
3. 10. u. 11. Jan. 1883:	Milch	271,3	12,06	82,5
	Eier	162,1	14,02	67,7
	Summe:	433,4	26,08	150,2
4. 28. u. 29. Jan. 1882:	Milch	262,1	11,65	75,9
	Eier	165,2	14,23	69,0
	Summe:	427,3	25,88	144,9

Am 8. und 9. Dezember (1. Versuch) wurden der verwendeten Milch je 1,5 g, also zu der obigen Trockenmenge in zwei Tagen 3 g Borsäure (= 1,75 g Bortrioxyd) zugesetzt; in dem dritten Versuche (10. und 11. Januar 1883) wurden, um auch die Wirkung kleinerer Dosen zu prüfen, im Tage nur 0,5 oder in den beiden Versuchstagen 1,0 g Borsäure (= 0,6 g B_2O_3) mit der Milch aufgenommen. In der zweiten und vierten Reihe endlich wurden Milch und Eier ohne jeden Zusatz verbraucht.

Die Entleerung der Fäces geschah regelmässig und täglich wie früher auch; es wurden jedoch in den hier angeführten Versuchsreihen die an den zwei aufeinanderfolgenden Tagen erhaltenen Fäces in einer einzigen Schale gesammelt und auf solche Weise dann nur die ausgeschiedene Gesammtrockenmenge bestimmt. Mehr zu wägen, war hierbei nicht nöthig, da ja nach den früheren Erfahrungen, wie nach dem Aussehen der Fäces der Wassergehalt keinen Schwankungen unterlag und daher nicht besonders bestimmt zu werden brauchte. Die Gesammtmenge der trockenen Fäces betrug nun in den zweitägigen Versuchen in Grammen:

Digitized by Google

	Trockenmenge
1. Versuch (3 g Borsäure)	26,89
2. »	22,08
3. » (1 g Borsäure)	25,29
5. »	19,72

Diese enthalten procentisch:

Stickstoff	Asche
4,00	25,78
3,53	22,69
4,10	26,67
3,90	25,00

Die Ergebnisse der zweiten Versuchsreihe sind somit in Uebereinstimmung mit den Resultaten des ersten Experimentes. Wohl sind die erhaltenen Zahlen absolut niedriger als das erste Mal, da ja auch weniger, und zumal ausschliesslich animalische Substanzen, verzehrt wurden. Aber die Trockenmenge der Fäces, welche an den Borsäuretagen entleert wurden, ist nicht unerheblich grösser (im Mittel beinahe 20%) als an den Tagen, an welchen nahezu die gleiche Quantität Nahrung ohne Borsäure genossen wurde.

Dabei fallen zunächst noch ein paar Erscheinungen ins Auge. Zuerst fällt auf, dass die absolute Trockenmenge der Fäces geringer ist in dem Versuche, in welchem nur 1 g Borsäure eingenommen wurde, als bei dem Zusatze von 3 g. Es ist nicht ungerechtfertigt, in diesem Verhalten eine bemerkenswerthe Proportion in der Steigerung der Fäcesmengen zu der genommenen Borsäuredose zu constatiren. Diese Erfahrung scheint mir auch darum wichtig, weil sie ebenfalls darauf hindeutet, dass es sich in den Versuchen nicht um das Auftreten zufälliger, sondern gesetzmässiger Ereignisse handelt.

Sodann ist beachtenswerth, dass der procentische Gehalt an Stickstoff und Asche bei den Borsäurefäces etwas grösser ist als der der Excremente bei reiner Milch- und Eiernahrung. Dies weist darauf hin, dass unter dem Einflusse der Borsäure nicht nur die Quantität, sondern auch die Zusammensetzung der Fäces eine Veränderung erleidet.

Digitized by Google

Um nun die quantitativen Beziehungen der Borsäurewirkung zu erkennen, stelle ich die Ergebnisse beider Versuchsreihen in eine Tabelle zusammen und berechne ausserdem das procentische Verhältnis der ausgeschiedenen Trocken- und Stickstoffmenge zu der, die in der Nahrung enthalten war, indem ich die durch den Mund aufgenommene Menge an Trockensubstanz für 3, bzw. 2 Versuchstage gleich hundert setze. Auf solche Weise wird in den Fäces gefunden:

	Trockensubstanz		Stickstoff	
	absolut	in % der aufgenommenen Trockensubstanz	absolut	in % des verzehrten Stickstoffs
I. Reihe 1. Periode	59,0 g	4,1	3,47 g	6,7
2. » (Borsäure)	70,4 »	4,9	4,14 »	8,0
3. »	67,7 »	4,7	3,90 »	7,5
II. Reihe 1. Versuch (Borsäure)	26,9 »	6,2	1,07 »	4,2
2. »	22,1 »	5,2	0,78 »	3,1
3. » (Borsäure)	25,3 »	5,8	1,04 »	4,0
4. »	19,7 »	4,6	0,77 »	3,0

Uebersieht man die beiden Versuchsreihen, mit gemischter Kost und mit Milch und Eiern, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Borsäure, als Zusatz zu den Speisen in den menschlichen Darm aufgenommen, eine Wirkung auf die Verdauungsorgane und auf die Ausnutzung der Speisen äussert. Diese Wirkung besteht zunächst in einer Vermehrung der Kothausscheidung. Ist die Vermehrung in den absoluten Zahlen auch nicht beträchtlich, so ist sie doch gross und namentlich constant genug, um bei der Beurtheilung des Nährstoffes von Speisen, die mit Borsäure versetzt oder conservirt sind, noch ins Gewicht zu fallen. Als besonders wichtig kommen dazu noch zwei Umstände. Einerseits scheint, wie aus dem Vergleiche der Zahlen des dritten Versuches (II. Reihe) mit den übrigen hervorgeht, bereits eine Quantität von nur 1 g Borsäure in der Milch etc. hinzureichen, um bei einem Erwachsenen mit keineswegs zu unempfindlichen Verdauungsorganen die genannte Wirkung hervorzurufen. Andererseits erstreckt sich der Einfluss der Borsäure nach

Digitized by Google

ihrer Einführung in den Verdauungsapparat auch über die Zeit ihres Verbrauches hinaus.

Wenn nun die Wirkung der mit den Speisen aufgenommenen Borsäure unbestreitbar ist, so ist die schwerer zu beantwortende Frage, worin dieselbe beruhe. In dieser Beziehung ist wohl wesentlich nur an zwei Möglichkeiten zu denken. Es könnte einmal sein, dass unter dem Einflusse des Borsäurezusatzes zur Nahrung eine reichlichere Secretion von Verdauungssäften als normal im Darme stattgefunden hätte, wofür die Vermehrung der Trockenmenge in den Fäces der Ausdruck wäre. Die reichlicher gelieferten Säfte im Darme würden eben, was anzunehmen keine Schwierigkeiten bietet, auch reichlichere Rückstände hinterlassen, welche wieder auszuscheiden sind. Verhielte sich das so, so würde die Borsäure eine günstige Wirkung ausüben, da eine derartige Beförderung der Darmsecretion die Speiseverdauung erleichtern müsste.

Allein es könnte sich zweitens gerade umgekehrt verhalten. Dass die Menge der Fäces nach dem Borsäureverbrauche angestiegen, könnte nämlich wiederum von zwei anderen Ursachen herrühren, die jedoch bei der Untersuchung schwerlich auseinandergehalten werden können. Es könnte sein, dass von den aufgenommenen Nahrungsstoffen oder Speisebestandtheilen im Darme weniger resorbirt wurde, was natürlich zu einer Vermehrung der Kothmenge führte; es wäre aber auch möglich, dass, von den Darmwandungen herstammend, feste Stoffe, wie Epithelien etc., die sich immer in den Fäces vorfinden, in reichlicherer Menge sich dem Darminhalte beimengen, als wenn keine Borsäure verbraucht würde, wodurch dann ebenfalls eine Steigerung der Fäcesmenge bewirkt würde. Beide Ursachen, die somit zu gleichem Erfolge leiten, könnten natürlich zusammenwirken.

In dem zweiten Falle nun, sei es, dass die Vermehrung der Fäces durch verminderte Resorption oder vermehrte Abstossung von Epithelien, Schleim u. s. w. oder durch beide gemeinsam hervorgerufen worden wäre, müsste der Einfluss der Borsäure als ein nachtheiliger angesehen werden, der auf die Dauer leicht zu üblen Erscheinungen und selbst krankhaften Veränderungen im Darmkanale führen dürfte.

Digitized by Google

Eine weitere Untersuchung der die Fäces zusammensetzenden Bestandtheile kann natürlich zur Lösung der hier auftauchenden Fragen beitragen. Aus verschiedenen Gründen, namentlich aber weil ich nicht genügend Hilfskräfte zur Verfügung hatte und Herr Dr. Schlencker während der Versuche selbst ohnehin die Hände voll Arbeit hatte, mussten die Fäces nach ihrer Entleerung baldigst getrocknet werden, um eine bald eintretende Zersetzung derselben zu verhüten. Dieser Umstand erleichterte nicht den Gang der Untersuchung, da namentlich die verschiedenen Extractionen der Trockenmasse nicht unbeträchtlich Zeit und Sorgfalt in Anspruch nehmen; allein es ist wenigstens nicht zu denken, dass die Genauigkeit der Bestimmungen hierbei in einer ins Gewicht fallenden Weise gelitten habe. Bei der Untersuchung der Trockenmasse der Fäces, welche grösstentheils geschah, nachdem Herr Dr. Schlencker bereits mein Laboratorium wieder hatte verlassen müssen, und bei welcher mein Assistent, Herr V. Dubois, mir hilfreich zur Seite stand, wurde der Schwerpunkt auf die Bestimmung der Menge derjenigen Substanzen in den Fäces gelegt, welche in den verschiedenen Extractionsmitteln unlöslich waren und somit zunächst als die eigentlichen unausgenutzten Bestandtheile der verzehrten Speisen angesehen werden durften.

Demzufolge wurden gewogene Quantitäten der Fäces, von welchen die auf die dreitägigen und zweitägigen Versuchsabschnitte treffenden Antheile vereinigt und nach feinstem Pulverisiren aufs gleichmässigste gemengt waren, mit Aether, mit Alkohol und sodann mit saurem Aether und Alkohol extrahirt. Unter verschiedenen Abänderungen in der Reihenfolge der genannten Extractionsmittel, Wechsel der Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure), bei verschiedenen Temperaturen (von Zimmertemperatur bis zu 45° C. u. s. w.) und bei so lange fortgesetzten Extractionen, bis endlich Aether oder Alkohol entweder sich nicht mehr färbte oder nach dem Verdampfen eines Cubikcentimeters desselben kein bemerkenswerther Rückstand mehr zu erkennen war, wurde in mehrmals wiederholten Bestimmungen eine nur in engen Grenzen schwankende Menge eines in jenen Lösungsmitteln unlöslichen Rückstandes erhalten, in welchem dann weiterhin der Stickstoffgehalt

Digitized by Google

nach Varrentrapp und später nach der von Kjeldahl[1]) angegebenen Methode bestimmt wurde. Man darf annehmen, dass auf solche Weise Fette, Fettsäuren, Cholesterin u. s. w., sowie die Rückstände der Galle (der Verdauungssäfte überhaupt), auch die an Kalk gebundenen Antheile in Lösung gebracht und somit völlig extrahirt wurden; der Rückstand dagegen, welcher nach dem Trocknen ein noch schwach bräunlich gefärbtes Pulver darstellt, besteht nun grösstentheils aus den unlöslichen Antheilen der Speisen, unverdauten Albuminstoffen (im weitesten Sinne), den unverdaulichensehnigen etc. Resten des aufgenommenen Fleisches, Cellulose und Stärkemehl, deren Gegenwart durch Jodlösung erkannt werden konnte, und wenig Asche, und muss ausserdem noch die abgestossenen Darmepithelien und Schleim enthalten. Den Stickstoffgehalt dieses Rückstandes kann man als herrührend von Eiweiss und eiweissartigen Stoffen (Schleimstoffen, Nucleinen) betrachten, die von der Nahrung, zum Theil von der Darmwandung stammen.

---

1) Kjeldahl, Zeitschr. f. analyt. Chemie (1883) XXII, 366. Ich habe hier wie in anderen Analysen die Methode von Kjeldahl zahlreiche Male mit Varrentrapp's Methode der Stickstoffbestimmung verglichen und stets möglichst übereinkommende und sehr gleichmässige Resultate erhalten. Was die Bequemlichkeit und Leichtigkeit der Ausführung dieser Methode anlangt, kann ich mich völlig den Mittheilungen von Kjeldahl selbst, wie denen von Petri und Lehmann (Zeitschr. f. physiol. Chemie 1884 VIII, 299) anschliessen. Die verwendeten Kolben und Röhren waren alle aus schwer schmelzbarem Glase, so dass der von Kreussler und Henzold (Ber. d. d. chem. Ges. 1884 1. Heft S. 34) bemerkte Fehler bei uns nicht eintrat. Dies zeigte sich namentlich bei den Controlbestimmungen, die mit reiner Harnsäure (mit 33,3 % Stickstoff) ausgeführt wurden. Letztere Methode der Controle sämmtlicher Apparate und Reagentien, die bei der Stickstoffbestimmung gebraucht werden, haben Prof. Hofmann in Leipzig und ich bereits vor Jahren, als wir beide noch Assistenten im Münchener physiologischen Laboratorium waren, stets angewendet, und ist dieselbe sehr empfehlenswerth. Ich bemerke nur noch, dass ich das in etwa 3 proc. Schwefelsäure aufgefangene Ammoniak durch Titriren der Schwefelsäure mit einer Aetzbarytlösung, von der etwa 30—40 ccm 10 ccm der vorgelegten Schwefelsäure sättigen, bestimme. Der Neutralisationspunkt nach Zufügen von Lackmustinktur wird sehr leicht, auf einen Tropfen der Barytlösung hin, auch in dem verdünnten Destillate erkannt, wenn man nur hier, wie natürlich auch bei der Titerfeststellung der Schwefelsäure, die mit ammoniakfreiem Wasser auf das zu erwartende Volum des Destillates verdünnt wird, genügend Lackmustinktur zufügt.

Digitized by Google

Nach der auf solche Weise geführten Untersuchung besitzt die Trockensubstanz der aus den zwei Versuchsreihen stammenden Fäces nachstehende procentische Zusammensetzung:

100 g trockene Fäces enthalten:

Versuchsreihe	Aether-extract	Alkohol-extract	Extract mit saurem Alkohol und Aether	Gesammt-extract	Unlöslicher Rückstand
I. 1. Periode	23,2	15,7	44,5	83,4	16,6
2. » (Borsäure)	24,3	17,2	30,8	72,3	27,7
3. »	23,0	16,7	37,0	76,7	23,3
II. 1. Versuch (Borsäure)	29,2		51,7	80,9	19,1
2. »	33,7		44,8	78,5	21,5
3. » (Borsäure)	27,9		50,6	78,5	21,5
4. »	35,1		42,2	77,3	22,7

Der hauptsächlich die unlöslichen Proteïne (Proteïde) und Kohlehydrate einschliessende Rückstand enthält neben wenig neutraler Asche [1]) procentisch im Mittel:

I. 1.	7,88 % Stickstoff	II. 1.	10,91 % Stickstoff
2.	8,64 » »	2.	10,37 » »
3.	8,87 » »	3.	11,82 » »
		4.	10,24 » »

oder es enthalten 100 g der trockenen Fäces an Stickstoff, der in Form von unlöslichen Verbindungen zugegen ist:

I. 1.	1,31 g	II. 1.	2,08 g
2.	2,39 »	2.	2,23 »
3.	2,07 »	3.	2,54 »
		4.	2,33 »

Auf die während der Versuche mit und ohne Borsäurezusatz ausgeschiedenen Fäcesmengen berechnet sich hieraus die absolute Menge der einzelnen Bestandtheile, soweit dieselben für die uns vorgelegte Frage eben von Bedeutung sind. Auf solche Weise wird die folgende Tabelle erhalten:

1) Die Asche der ursprünglichen Fäces reagirt alkalisch.

Digitized by Google

Versuchsreihe [1])	Fäcesmenge [2])	Aether- Extract	Alkohol- Extract	Saures Extract	Gesammt-Extract	In Alkohol, Aether etc. unlöslicher Rückstand	In Alkohol, Aether etc. unlöslicher Stickstoff	Stickstoff im Extract [3])
I. 1.	59,0	13,7	9,3	26,2	49,2	9,8	0,77	2,70
2.	70,4	17,1	12,1	21,7	50,9	19,5	1,68	2,46
3.	67,7	15,6	11,3	25,0	51,9	15,8	1,40	2,50
II. 1.	26,9	7,8		13,9	21,8	5,1	0,56	0,51
2.	22,1	7,4		9,9	17,4	4,7	0,49	0,29
3.	25,3	7,1		12,8	19,9	5,4	0,64	0,40
4.	19,7	6,9		8,3	15,2	4,5	0,46	0,31

Die Zahlen der ersten Versuchsreihe sind direct vergleichbar, da hier in den drei Abschnitten qualitativ und quantitativ völlig gleiche Nahrung gebraucht wurde. Es ergibt sich aus einer Betrachtung derselben zuerst, dass die Summe der Extracte, sowie der in Alkohol etc. löslichen stickstoffhaltigen Verbindungen in allen drei Versuchsabschnitten die nämliche ist oder nur ganz unerhebliche Ungleichheiten aufweist. Das kann offenbar kaum anders gedeutet werden, als dass in allen 3 Versuchen die Aufnahme der Fette einerseits und die Darmsecretionen andererseits, welche vorzüglich die Ursache von dem Auftreten des stickstoffhaltigen Extractes in den Fäces sind, während der ganzen Reihe auch bei dem Zusatze von Borsäure im 2. Abschnitte unverändert geblieben ist. Den Schwankungen in der Menge der einzelnen Extracte vermag ich keine besondere Bedeutung beizulegen; es ist nämlich wohl möglich, bei den verschiedenen aufeinanderfolgenden Extractionen der trockenen Fäces das Gesammtextract genau zu erhalten, schwieriger jedoch ist es, mit einem Lösungsmittel allein, z. B. mit Aether, alles darin Lösliche zu extrahiren, da ein Theil des letzteren erst durch die spätere Alkoholbehandlung

1) Die fetten Zahlen dieser Columne deuten die Versuche an, in welchen Borsäure verzehrt wurde.

2) Trockenmenge, und zwar in der I. Reihe von je 3, in der II. von je 2 Tagen stammend.

3) Differenz zwischen der Gesammtmenge (siehe S. 103) und dem in den Extractionsmitteln unlöslichen Antheile des Stickstoffes in den Fäces.

Digitized by Google

aufgeschlossen wird und dann wieder das saure Aetherextract vermehrt u. s. f. Ich deute daher die erwähnten Ungleichheiten nicht etwa in dem Sinne, als ob die Borsäure die Resorption der Fette vermindert hätte, wie man den Zahlen nach thun könnte, sondern als eine unvermeidbare Folge der Analyse, die mit den vorher getrockneten Fäces vorgenommen werden musste.

Die anscheinend grösseren Differenzen, welche die Extractzahlen der II. Versuchsreihe unter einander zeigen, werden ebenfalls unbedeutend, wenn man auf die Menge der aufgenommenen Trockensubstanz oder des Fettes berechnet, und erklären sich zudem noch theilweise daraus, dass zu der Analyse — bei dem geringeren Vorrathe des zu untersuchenden Trockenmateriales — nur kleinere Mengen davon verwendet werden konnten.

Wenn sonach an eine Mehrausscheidung von Verdauungssäften (Galle u. s. w.) unter dem Einflusse der Borsäure nicht wohl zu denken ist, so muss die Zunahme der Fäcesausscheidung nach der Borsäurezufuhr von der oben an zweiter Stelle besprochenen Möglichkeit herrühren, dass nämlich eine verminderte Resorption einzelner Nahrungsbestandtheile, eventuell in Verbindung mit einer gesteigerten Abstossung von Darmepithelien oder Schleimproduction die Folge der Borsäureaufnahme wäre.

Dies geht denn auch mit nicht zu bezweifelnder Sicherheit hervor aus den Zahlen in der Tabelle, welche den Gehalt der Fäces an extractfreier Substanz angeben. Gerade der Rückstand, sowie die Stickstoffmenge in dem Rückstande, der nach dem Ausziehen der Fette und Seifen, der Galle- etc. -Rückstände u. s. w. unlöslich bleibt, und welcher neben etwas Asche fast nur aus unlöslichen Kohlehydraten, Eiweiss und Eiweissderivaten bestehen kann (s. o.), ist es, der in grösserer Menge nach dem Verbrauche von Borsäure ausgeschieden wird, als bei gleicher Nahrung ohne Borsäure. Die Steigerung der Fäcesmenge überhaupt in unseren Versuchen ist durch nichts anderes veranlasst, als durch die vermehrte Ausscheidung gerade dieses Rückstandes.

Diese gefundene Steigerung des unlöslichen Rückstandes und der Stickstoffverbindungen in ihm in 3 Tagen ist wohl nicht sehr beträchtlich zu nennen, namentlich, wenn man die erhaltenen

Digitized by Google

Zahlen mit der in der Nahrung enthaltenen Trocken- und Stickstoffmenge vergleicht. Thut man dies nämlich, so erhält man, die täglich verzehrte Trockenmenge und die täglich verzehrte Stickstoffmenge gleich hundert gesetzt, als Ausscheidung des »unlöslichen« Rückstandes und Stickstoffes:

Versuche		Rückstand	Stickstoff
I.	1.	0,7	1,5
	2. (Borsäure)	1,4	3,2
	3.	1,1	2,7
II.	1. (Borsäure)	1,2	2,2
	2.	1,1	1,9
	3. (Borsäure)	1,3	2,4
	4.	1,0	1,8

Allein die erhaltenen Zahlen sind constant höher, wenn Borsäure der Nahrung zugeführt wurde, und niedriger ohne diesen Zusatz; trotz der geringen procentischen Differenz darf daher als durch die Versuche festgestellt betrachtet werden, dass die Borsäure, der menschlichen Nahrung zugesetzt, die Resorption der aufgenommenen Nahrungsstoffe beeinträchtigt und dabei wahrscheinlich auch, was begreiflicherweise nicht eruirt werden konnte, Veranlassung wird zu einer vermehrten Abstossung von Darmepithelien oder erhöhten Abscheidung von Darmschleim.

Neben diesem Hauptergebnisse sind noch einige besondere Erscheinungen erkennbar. Abgesehen von der früher besprochenen Möglichkeit, dass der Borsäurezusatz insoferne günstig wirken kann, als er das Auftreten von Gärungs- oder ähnlichen Erscheinungen im Darme etwas hintanzuhalten scheint, bleibt bemerkenswerth, dass die gefundene, ungünstige Wirkung der Borsäure

1. schon bei sehr kleinen Dosen im Tage auftritt und wahrscheinlich in Proportion zu der aufgenommenen Borsäuremenge steht,

2. nicht sofort mit deren Unterbrechung der Borsäurezufuhr aufhört, — was im Verein mit dem Befunde bei der Analyse der Fäces auf eine nachtheilige Wirkung auf die Darmschleimhaut spricht, und

3. dass sie auch bei dem Genusse von Milch und Eiern deutlich erkennbar ist.

Digitized by Google

Die Resultate meiner Versuche stehen nach dem Vorausgehenden durchaus nicht im Widerspruche mit den üblen Erfahrungen, welche Le Bon[1]) von dem fortgesetzten Gebrauche von Borsäure gemacht haben will; ja sie finden ihre volle Bestätigung in Beobachtungen, die man überhaupt in jüngster Zeit bisweilen bei dem Gebrauche der Borsäure oder ihrer Salze als Arzneimittel gemacht. In dieser Beziehung mache ich auf die nunmehr zum Theile erklärlich gewordene, interessante Mittheilung von Gowers[2]) aufmerksam, der bei länger fortgesetztem arzneilichen Verbrauche von etwa 3g Borax im Tage Psoriasis auftreten sah. Für alle Fälle dürfte es nun nöthig sein, bei dem Verbrauche der Borsäure als Arzneimittel hierauf zu achten.

Bei dem Umstande, dass die Borate, speciell der Borax, im Magen des Menschen wahrscheinlich freie Borsäure liefern, ist anzunehmen, dass diese die gleiche Wirkung ausüben, die wir als von der Borsäure ausgehend gefunden. Gerade die Beobachtung Gowers' unterstützt die Berechtigung dieser Annahme im hohen Grade, ja erhebt dieselbe fast zur Gewissheit, wenn auch unsere Versuche nur mit Borsäure als solcher angestellt wurden. Was sonach von der Borsäure gilt, darf mit vielem Rechte auch auf die Borate übertragen werden, die bei der Conservirung in der Regel neben der Borsäure angewendet werden. Ob andere Antiseptica eine ähnliche Wirkung auf den menschlichen Darm haben, ist natürlich nur durch besondere Versuche auszumachen. Jedenfalls ist es nicht unwahrscheinlich, dass dem so ist; denn ähnliche Erfahrungen, wie beim Borax, sind auch bei dem arzneilichen Gebrauche anderer antiseptischen Stoffe gemacht worden. Dieser Vermuthung widerspricht auch die Versuchsreihe von Sassetzky[3]) nicht, welcher bei Fieberkranken nach der Darreichung von salicylsaurem Natron eine bessere Ausnutzung der stickstoffhaltigen Milchbestandtheile constatiren zu können scheint. Es ist nämlich, abgesehen von der ungenügenden Analyse der Fäces, sehr leicht

1) a. a. O.

2) Gowers, Lancet, Sept. 1881, S. 546. Virchow-Hirsch, Jahresberichte pro 1881 Bd. 1 S. 408.

3) Sassetzky, Virchow's Archiv 1883 Bd. 94 S. 485.

Digitized by Google

möglich, dass beim Fieber, wo die procentische Ausscheidung von Trockensubstanz und Stickstoff in den Fäces von Sassetzky im Gegensatze zu den Versuchen v Hösslin's[1]) sehr hoch gefunden wurde, durch die Darreichung des »Antipyreticums« in der hierher gehörigen Beziehung mehr erzielt wird, als das »Conservemittel« oder »Antisepticum« etwa verschulden könnte.

Zum Schlusse habe ich noch auf eine weitere Erscheinung aufmerksam zu machen. Wie früher erwähnt, ist an den Tagen in der ersten Versuchsreihe, an welchen Borsäure mit der Nahrung verzehrt wurde, die Phosphorsäureausscheidung im Harne nicht unbeträchtlich höher gefunden worden, als in den anderen Versuchsabschnitten. Ich habe nun auch noch in den entsprechenden Fäces nach dem Verbrennen mit Natron und Salpeter die Menge der Phosphorsäure und gleichzeitig damit auch des Eisens und Calciums gewichtsanalytisch bestimmt. Ich erhielt hierbei folgende absolute Zahlen in den angegebenen Fäcesmengen:

Versuchs-abschnitt	Trockenmenge der Fäces	Eisen	Calcium	Phosphorsäure (P_2O_5)
1.	59,0	0,196	2,357	2,78
2.	70,4	0,157	2,795	2,96
3.	67,7	0,188	2,424	2,65

Auch diese Zahlen, zum mindesten die der Phosphorsäure und des Kalkes dürften mit Entschiedenheit dafür sprechen, dass nach der Darreichung von Borsäure das Eiweiss der Nahrung, mit welchem Phosporsäure und Kalk in gewissen Portionen vorkommen, weniger vollständig ausgenutzt wird, als wenn die Speisen ohne Zusatz gegessen werden. Ich will jedoch hierauf, wie auf die bemerkenswerthe Ausscheidung des Eisens nicht jetzt, sondern vielleicht bei einer anderen Gelegenheit zu sprechen kommen. Hier mache ich nur auf die Phosphorsäureausscheidung aufmerksam, welche, wie jetzt nach der Analyse der Fäces noch deutlicher ist, ganz beträchtlich während der Borsäurezufuhr gesteigert erscheint. Es wurde nämlich an Phosphorsäure ausgeschieden (in Grammen):

Versuchsabschnitt	Im Harne	In den Fäces	Im Ganzen	pro die
1.	7,80	2,78	10,58	3,53
2.	9,36	2,96	12,32	4,11
3.	8,21	2,65	10,86	3,62

1) H. v. Hösslin, Virchow's Archiv 1882 Bd. 89 S. 95.

Digitized by Google

Während des Borsäureabschnittes ist sonach täglich mindestens ein halbes Gramm Phosphorsäure mehr aus dem Körper ausgetreten, als bei gleicher Zufuhr in den anderen Versuchsabschnitten. Ich will mich bei dieser Gelegenheit enthalten, Vermuthungen über die Ursache dieser Erscheinung zu äussern; ich beschränke mich darauf, zu constatiren, dass eine relativ niedrigere Menge von Borsäure nach ihrer Einfuhr in den Darm nicht bloss etwa einen localen Einfluss im Verdauungsapparate übt, sondern auch nach ihrer Resorption in den Körper noch allgemeinere Wirkungen hat, die sich mindestens in einer Vermehrung des Phosphorsäurewechsels im Körper äussern.

Ich glaube an dieser Stelle noch Eines aussprechen zu können. Ausserdem, dass ein bestimmter Einfluss, hervorgerufen durch den Verbrauch von gewissen conservirenden Substanzen von Seite des Menschen, constatirt werden konnte, dürfte den hier veröffentlichten Untersuchungen noch aus einem weiteren Grunde eine gewisse Bedeutung nicht abgesprochen werden. Es ist unschwer zu erkennen, dass auf dem hier betretenen Wege und mit Hilfe der hier gebrauchten Versuchsmethode, die bisher quantitativ nicht in ausreichendem Maasse angewendet wurde, auch auf anderem als gerade nur dem hygienischen Gebiete unsere Kenntnisse in einer Weise vermehrt werden können, welche manche Früchte für die Weiterentwickelung der medicinischen Wissenschaften, wie auch für die Praxis tragen dürfte.

Allerdings liegt die Sache nicht so sehr einfach, und ich begreife vollständig, dass auch in den obigen Versuchen noch nicht alle nöthigen Detailuntersuchungen, sondern so zu sagen nur die ersten Schritte auf dem eingeschlagenen Wege gemacht sind. Wie auch aus den Bemerkungen Hoppe-Seyler's[1]) hervorgeht, haben die bisherigen quantitativen Bestimmungen und Untersuchungen der Darmentleerungen, bei denen nicht die nähere Zusammensetzung der letzteren, sondern hauptsächlich nur ihr Gehalt an Trockensubstanz, Stickstoff und Asche Berücksichtigung fanden, nur einen relativen Werth. Man begegnet in

1) Hoppe-Seyler, Physiolog. Chemie 1881 S. 943 und Handbuch der physiologisch-chemischen Analyse, 5. Aufl., 1883 S. 504.

Digitized by Google

der neueren Zeit, vorzüglich in den mehr populären, aber auch in wissenschaftlichen Werken über Ernährung des Menschen, vielfach der Anschauung, dass seit den Versuchen von Hofmann[1]), Voit[2]) und Rubner[3]) die Frage der sog. Ausnutzung der verschiedenen Lebensmittel im Darme des Menschen schon nahezu erledigt sei. Ich habe schon an einem anderen Orte[4]) mehrmals vor einer solchen Auffassung gewarnt und die Meinung geäussert, dass sichere Aufschlüsse in dieser Beziehung von weiteren Versuchen zu erwarten sind, welche an die mehr allgemeine Gesichtspunkte feststellenden und nicht völlig beweisenden bisherigen Untersuchungen anknüpfen. Wie richtig diese Meinung ist, zeigt sich auch bei gewissen Ergebnissen der vorliegenden Experimente.

Es enthalten beispielsweise die Fäces unserer Versuchsreihe vom October und November 1882 in ihrer Trockenmenge folgenden Stickstoffgehalt in Grammen:

Versuchs-abschnitt	Im »unlöslichen« Rückstande	Im Alkohol- etc. Extract	Gesammt
1.	1,31	4,56	5,87
2.	2,39	3,49	5,88
3.	2,07	3,69	5,76

Es unterliegt wohl keinem Zweifel[5]), dass der in den alkoholischen etc. Extracten enthaltene Stickstoff in Verbindungen steckt, welche grösstentheils von den aus dem Körperinnern in den Darm ergossenen Säften stammen. Wollte man nun in den obigen Versuchen die Ausnutzung der stickstoffhaltigen Substanzen der Nahrung aus dem Gesammtstickstoffgehalte der Fäces berechnen, so würde man zu einem irrigen Urtheile kommen. Sind die Zahlen, um welche es sich dabei handelt, auch nicht sehr be-

1) Vgl. Voit, Sitz.-Ber. d. bayr. Akad. December 1869. — Hofmann, die Fleischnahrung und die Fleischconserven. Leipzig 1880.

2) Voit, ebenda und amtlicher Bericht der 50. Naturforscherversammlung zu München 1877 S. 351.

3) Rubner, Zeitschr. f. Biologie (1879) Bd. 15 S. 115.

4) Vgl. z. B. Handbuch der Hygiene, herausgeben von v. Pettenkofer u. Ziemssen, I. Thl. 1. Abth. Ernährung und Nahrungsmittel, S. 116 u. a. a. Stellen.

5) Vgl. z. B. Hoppe-Seyler, Handbuch der physiologisch-chemischen Analyse, 5. Aufl. 1883 S. 506.

Digitized by Google

trächtlich: immerhin kann der Irrthum gross genug sein; denn in den erwähnten Versuchen berechnet sich als procentische Ausnutzung der stickstoffhaltigen Nahrungsbestandtheile:

Versuchs-abschnitt	aus dem Gesammt-stickstoffe in den Fäces	aus dem Stickstoffgehalte der extrahirten Fäces
1.	6,7	1,5
2.	8,0	3,2
3.	7,5	2,7

Auf Grund der ersten Columne würde die vermeintliche Ausnutzung dreimal schlechter als in Wirklichkeit (im Mittel 7,4 gegen 2,5 %) sein. Je geringer der Stickstoffgehalt der aufgenommenen Nahrung, um so bedeutender wird begreiflicherweise der Irrthum sein müssen.

Es ist klar, dass für die Praxis einige Schlussfolgerungen aus den vorliegenden Untersuchungen nicht von der Hand gewiesen werden können. Aus den erhaltenen Zahlen ist man gezwungen zu schliessen, dass die Borsäure als Zusatz zu den vom Menschen verzehrten Speisen entweder die Ausnutzung einzelner Nahrungsbestandtheile, wenn auch in geringem Grade, beeinträchtigt, oder dass sie zu einer vermehrten Abstossung zelliger Antheile von der Darmwand und zu einer gesteigerten Schleimproduction Veranlassung gibt. Es ist hierbei nicht ausgedrückt, ob und in wie weit mit diesen Erscheinungen ein vorübergehender oder bleibender Nachtheil für den Menschen gegeben ist. In dieser Beziehung haben genaue und sorgfältige ärztliche Beobachtungen, besonders auch am Krankenbette, dort einzutreten, wo das Experiment geendet, das weiter zu ergründen, was der Versuch erwiesen hat.

Immerhin aber folgt, was die praktische Verwendung der Borsäure zum Conserviren von Speisen und Getränken anlangt, aus unseren Versuchen, dass bei dem Gebrauche der Borsäure als Zusatz zu den menschlichen Nahrungsmitteln vorsichtig verfahren werden muss. Tritt eine Wirkung, wie sie in den obigen Versuchen dargethan ist, bereits bei vorübergehendem Verbrauche von geringen Mengen der Säure und beim normalen Erwachsenen ein, so kann man kaum anders als annehmen, dass ein länger

Digitized by Google

fortgesetzter Verbrauch auch von kleineren Quantitäten des Conservemittels leicht zu Uebelständen führt. Die Borsäure würde sich hiernach nicht in dem Grade zur Conservirung von Speisen eignen, als man meist anzunehmen geneigt ist. Am wenigsten aber dürfte dann wohl die Borsäure zweckmässig sein zur Conservirung von Milch, die zur Ernährung von Kindern oder gar Säuglingen verwendet wird; ja es ist selbst nicht ungerechtfertigt daran zu denken, dass die übeln Erscheinungen, die man namentlich in den warmen Jahreszeiten bekanntlich so häufig bei der Verwendung der käuflichen Milch als Kindernahrungsmittel wahrzunehmen Gelegenheit hat, zu einem Theile auf den Gehalt der Milch an Conservesalzen zurückzuführen sind.

Man könnte noch den Einwand erheben, dass die Erfahrungen, welche hier an einem einzigen Individuum gemacht sind, nicht verallgemeinert werden dürfen. Es hat sich aber bisher bei den sogenannten Ausnutzungsversuchen, wie sie in neuerer Zeit vielfach — auch in meinem Laboratorium — ausgeführt wurden, gezeigt, dass verschiedene Menschen, an verschiedenen Orten, im normalen Zustande sich merkwürdig gleichmässig in allem verhalten, was den Einfluss bestimmter Speisen oder Speisebestandtheile auf die Verdauungsorgane anlangt. Indess auch abgesehen hiervon: was an einem Individuum mit Sicherheit nachgewiesen ist, kann auch bei einem anderen ebenso gut geschehen; die Erfahrung, dass die Gesundheit eines normalen Menschen unter einer bestimmten Lebens- oder Ernährungsweise leiden kann, berechtigt schon zu der Annahme, dass diese im allgemeinen unzweckmässig, ja nachtheilig ist. Da aber in unserm Falle die Ergebnisse des Experimentes zudem noch, wie früher erwähnt, im Einklange stehen mit Beobachtungen, die am Krankenbette gemacht wurden, so dürfte auch das Recht zu dem allgemeinen Rathe jetzt schon nicht zweifelhaft sein, die möglichen Folgen des öfteren Verbrauches an Borsäure-Conserven nicht zu unterschätzen.

Digitized by Google

Pneumoniecoccen in der Zwischendecken-Füllung als Ursache einer Pneumonie-Epidemie.

Von

Dr. Rudolf Emmerich,

Privatdocent und Assistent am hygienischen Institut in München.

Die Ausbildung und Vervollkommnung der Pilzculturmethoden durch R. Koch hat die epidemiologische Forschung auf neue fruchtbare Bahnen gelenkt.

Es wird nicht mehr lange dauern und die pathogenen Spaltpilze aller oder doch der meisten Infectionskrankheiten werden entdeckt sein und damit ist das v. Pettenkofer'sche x, die Krankheitskeime, wie Prof. Hofmann sagt, Versuchsobject geworden.

Leider unterschätzt man im Enthusiasmus über diese neuesten Fortschritte der Pilzkunde den Werth jener Untersuchungen, welche man als localistische bezeichnet hat, weil sie weniger den Nachweis des pathogenen Pilzes, als vielmehr die Erforschung der Bedingungen bezwecken, unter welchen er auf ectogenen Oertlichkeiten lebt und wirkt.

Wo und wie lebt der Pilz ausserhalb des Menschen, wie gelangt er zur Wirkung, durch welche mechanischen, chemischen, physikalischen Vorgänge werden die Krankheitserscheinungen, durch welche der Tod bedingt? Das sind die Fragen, deren Beantwortung, wenigstens theilweise auch vor Auffindung des pathogenen Pilzes, möglich ist und von deren Lösung der Fortschritt der Therapie und Prophylaxe in erster Linie abhängt. Der Nachweis der pathogenen Pilze an und für sich gibt uns ja weder die Mittel an die Hand die Infectionskrankheiten erfolgreich zu behandeln, noch die Möglichkeit sie zu verhüten.

Digitized by Google

Aber es gibt einen Weg, auf welchem wir sicher und bestimmt dieses grosse Ziel zu erreichen vermögen. Es ist die Methode der localistischen Forschung. Die Untersuchungen über die ectogenen Medien der Infectionspilze nach physikalisch chemischen und statistischen Methoden haben bereits zu wichtigen und prophylaktisch verwerthbaren Resultaten geführt. In Bezug auf Typhus und Cholera erinnere ich nur an das Port'sche Beobachtungsresultat, welches das succesive Befallenwerden der verschiedenen Kasernen in München betrifft und vor allem an die grundlegenden Arbeiten v. Pettenkofer's, durch welche er mit weitumfassendem Blick, auf Grund naturwissenschaftlicher Vergleichung der epidemischen und localen Verhältnisse vieler Städte und Länder nach kritischer Eliminirung von Luft und Wasser, den Boden als dasjenige Medium erkannte, in welchem die Entwickelung und Vermehrung ectogener Infectionserreger, wie es scheint, fast ausnahmslos stattfindet. Als weiteres Resultat localistisch-hygienischer Untersuchungen erlaube ich mir die Erkenntnis anzuführen, dass nicht nur der Untergrund der Städte und Dörfer, sondern auch der Boden im Hause, die Zwischendeckenfüllung unserer Wohnräume ein Substrat zur Entwickelung und Vermehrung ectogener Infectionspilze z. B. derjenigen der infectiösen Pneumonie und Diphtherie abgeben kann.

Die Entdeckung der pathogenen Pilze wird die Bedeutung der localistischen Untersuchungen nicht nur nicht beeinträchtigen, sondern auch solche vom Werthe dieser Arbeiten überzeugen, welche sich bisher sceptisch verhalten haben und wer in Zukunft nach Krankheitspilzen in ectogenen Medien sucht, wird am erfolgreichsten arbeiten, wenn er sich von den epidemiologischen Thatsachen leiten lässt, die von der localistischen Schule geschaffen wurden.

Die localistische Richtung hat sich bis vor kurzem mit der Aufsuchung pathogener Pilze nicht beschäftigt, weil dieselbe vor Koch's Entdeckungen infolge des Mangels exacter Methode ziemlich aussichtslos erschien und weil die Auffindung der ectogenen Existenzbedingungen dieser Pilze genügend sichere Anhaltspunkte zur Bekämpfung der durch dieselben verursachten Epidemien

Digitized by Google

bietet. Die Thatsache, dass wir auf Grund localistischer Untersuchungsergebnisse jetzt schon wissen, wo die Typhus- und die Cholerapilze zu suchen sind, nämlich im Boden und nicht im Wasser, erleichtert die Auffindung derselben im ectogenen Medium. Wie leicht dieser Nachweis gelingt, wenn durch vorausgegangene localistische Untersuchungen der Krankheitsherd sicher ermittelt ist, kann ich an einem Beispiele zeigen.

Vor 3 Jahren hat v. Kerschensteiner[1]) über eine Epidemie von croupöser Pneumonie berichtet, welche in der Gefangenenanstalt für Männer zu Amberg im Regierungsbezirk der Oberpfalz und von Regensburg in heftigster Weise aufgetreten war.

Seit dem Jahre 1857 beherbergte die Anstalt, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht, ständig diesen unheimlichen Gast, welcher alljährlich 2 bis 15 Opfer forderte.

Zahl der Sträflinge überhaupt und der an Pneumonie erkrankten in der Gefangenenanstalt Amberg.

Jahr	Gesammtzahl der Sträflinge	Zahl der Pneumoniefälle
1868	732	16
1869	718	15
1870	600	66
1871	422	11
1872	410	1
1873	439	9
1874	607	8
1875	617	49
1876	650	32
1877	848	70
1878	924	64
1879	1057	88
1880	1150	161

Im Jahre 1870 stieg die Zahl der Krankheitsfälle, meistens schwere Formen von Pneumonie, auf 66.

Am heftigsten aber wüthete die Krankheit im Beginne des Jahres 1880 in der Anstalt; es etablirte sich eine kurzdauernde aber schwere Epidemie, welcher von Januar bis Mitte Juni von 161 Erkrankten 46 Sträflinge erlagen.

1) Ueber infectiöse Pneumonie. Aerztl. Intelligenzbl. 1880.

Digitized by Google

In dieser kurzen Zeit war von der Gesammtsumme der Sträflinge, welche 1150 betrug, jeder siebente an Pneumonie erkrankt und jeder 20. daran gestorben.

Die Sterblichkeitsziffer war eine abnorm hohe, nämlich 28,5% der Erkrankten, woraus v. Kerschensteiner mit Recht schliesst, dass man es hier nicht mit einer gewöhnlichen croupösen Pneumonie, deren Sterblichkeitsprocente man zu jetziger Zeit mit circa 17% zu berechnen pflegt, sondern mit einer an sich schwereren, tödlicheren Erkrankung zu thun hat.

In Bezug auf das klinische Bild und den Verlauf der Krankheit sei nur bemerkt, dass gegenüber der gewöhnlichen sporadischen Pneumonie die Krankheitserscheinungen viel heftiger, die subjectiven Beschwerden dagegen, wie beim Typhus, im Verhältnis zur Schwere des objectiven Befundes gering waren.

In den schwereren Fällen beobachtete man im Beginn Frost, grosse Mattigkeit, Kopfschmerzen, Ziehen in den Gliedern, Hitzegefühl, Durst, lebhafte Delirien, dann Cyanose der Haut, Convulsionen, Temperaturerhöhung über 41° C. und Steigerung der Athemfrequenz über 60, schliesslich Collapstemperaturen, Zuckungen der Extremitäten, stertoröses Athmen, Sopor, Tod.

Die Krankheit macht unverkennbar den Eindruck einer schweren Allgemeininfection und die Erscheinungen, der Verlauf der Temperatur haben in vielen Fällen Aehnlichkeit mit denjenigen, welche man bei Thieren beobachtet, die mit einer Reincultur von Pneumoniecoccen inficirt wurden.

Um nur einen Fall anzuführen: der 54 Jahre alte Joh. Dürmer hat am Morgen des ersten Krankheitstages eine Körpertemperatur von 37,2° C. Dieselbe steigt auf 38,8 am Abend, am nächsten Morgen auf 39,2 und schon am Abend des 2. Tages tritt Collapstemperatur ein und unter Fortdauer derselben der Tod am 4. Krankheitstag.

Der Sectionsbefund ergab stets croupöse Lobaerpneumonie im Stadium der rothen oder grauen Hepatisation mit stellenweise beginnender Eiterbildung und Milzschwellung in den rapide verlaufenden Fällen.

Die Arbeit v. Kerschensteiner's ist eine Arbeit von bleibender Bedeutung, deren Werth nicht etwa durch die Eigen-

Digitized by Google

thümlichkeit der Epidemie selber begründet ist (es gab gewiss schon viele von ganz ähnlicher Art), sondern in der Art der ätiologischen Deutung und Verwerthung der Thatsachen, in der Sicherheit der Schlussfolgerung.

Wie in dem Berichte v. Pettenkofer's über die Laufener Choleraepidemie, so wird hier mit scharfer Logik, mit packender Bestimmtheit per exclusionem der Beweis geliefert, dass es sich um eine zeitweise Disposition der Localität handelt, und noch mehr, dass ein an der Localität d. h. in den Schlafsälen der Gefangenen haftender Krankheitserreger die 161 Fälle von Lungenentzündung verursacht hat.

Die Untersuchungsmethode, der Plan der Detailforschung ist der gleiche wie jener, welcher durch v. Pettenkofer gelegentlich der Choleraepidemie in der Laufener Gefangenanstalt angewendet wurde.

Eine ätiologische Bedeutung der Beschäftigungsweise, der Kost, des Trink- und Nutzwassers, der Abtritte, der Lufttemperatur, ein Einfluss der Erkältung, oder der Dichtigkeit des Belegens der Schlafsäle und der Zahl der Betten — alles das wird entschieden abgelehnt und mit überzeugender Bestimmtheit ausgeschlossen.

Aber auf ein gemeinsames Moment, sagt v. Kerschensteiner, lässt sich auf dem Wege der Ausschliessung immer wieder zurückkommen, auf den krankmachenden Einfluss der Schlafsäle. »Vor allem beachtenswerth, heisst es weiter in der citirten Abhandlung, bleibt offenbar die Thatsache, dass aus allen Schlaflocalitäten Pneumoniker zugingen, jedoch in ziemlich ungleicher Vertheilung, indem letztere zwischen 4,7% und 23,5% schwankt. Dieser Unterschied ist so grossartig — 19,4% — dass man sich des Gedankens an eine besondere örtliche, hier geringere, dort heftigere Disposition zur Erzeugung, Belebung eines ectogenen Krankheitserregers, wie zur Vermehrung und Stärkung eines solchen nicht entschlagen kann.«

Die zeitweise Disposition der Schlafsäle war eine immanente, denn eine Einschleppung oder eine Verschleppung in eine andere Anstalt ist, wie die Evacuation von 100 Sträflingen während der Epidemie evident beweist, nicht vorgekommen.

Digitized by Google

Abgesehen von dem thatsächlichen Nachweis specifischer pathogener Pilze im kranken Körper durch Pasteur, Koch u. a. ist die nicht minder wichtige Thatsache, dass wir auf Grund der localistischen Forschungsmethode im Stande sind zu sagen: hier auf dieser engbegrenzten Localität haftet ein lebendiger, zeitweise neu auflebender, sich verjüngender und sich vermehrender Krankheitserreger, diese Thatsache ist ein erfreuliches Zeugnis unseres fortgeschrittenen Wissens und Könnens.

Um dasselbe auch praktisch mit sicherer Aussicht auf Erfolg zu verwerthen, fehlte bisher nur noch eines, nämlich der thatsächliche Nachweis des Krankheitserregers in der siechhaften Localität in seinem natürlichen ectogenen Nährmedium.

Wir wissen, dass er existirt, wir kennen sogar die Art seiner Entwickelung, die Zeit seiner Latenz und Wirkungsfähigkeit, ohne dass man ihn selbst bisher entdeckt hätte.

So sagt auch in Bezug auf die Amberger Pneumonie-Epidemie v. Kerschensteiner: »Ein positives Ergebnis in dem Sinne, dass der Krankheitserreger gefunden oder auch nur wahrscheinlich gemacht werden könnte, wurde wie bisher überhaupt, nicht erreicht.«

Diesen Ausspruch kann ich jetzt modificiren, da es mir gelungen ist, den mit so grosser Bestimmtheit in den Schlafsälen der an Lungenentzündung erkrankten Sträflinge vermutheten Krankheitserreger, den Micrococcus Pneumoniae crouposae — Friedländer Frobenius — thatsächtich in den Zwischendeckenfüllungen der siechhaften Säle aufzufinden, auf verschiedenen Nährsubstraten rein zu züchten und experimentell in seinen Wirkungen auf den thierischen Organismus zu prüfen.

Herr Obermedicinalrath v. Kerschensteiner, der nichts versäumt hat, um die Aetiologie der Pneumonie-Epidemie in der Amberger Gefangenanstalt möglichst klar zu stellen, veranlasste die Entnahme einer grösseren Anzahl von Proben aus den Zimmerdeckenfüllungen der inficirten Säle, welche mir im Juli vorigen Jahres zur Untersuchung überschickt wurden.

Das aus den Zwischendecken der besonders stark inficirten Säle Nr. 36 und Nr. 88 entnommene Füllmaterial besteht aus schmutzigem Sand, Staub, Mörtel- und Ziegelsteinstücken, Holzspähnen u. dgl.

Digitized by Google

Das Material ist somit Bauschutt, der vermuthlich, ehe er in der Amberger Gefangenenanstalt zur Füllung der Zwischendecken Verwendung fand, schon früher in anderen Gebäuden zu gleichem Zwecke diente und welcher somit die Abfallflüssigkeiten des menschlichen Haushaltes schon seit vielen Decennien, vielleicht seit Jahrhunderten bestimmungsgemäss schwammartig aufsaugte.

Wer auch nur einigermaassen Ansprüche auf Reinlichkeit, wenn auch nur sehr bescheidene macht, wird nach dem blossen Aussehen urtheilend die Anhäufung derartigen Materials in menschlichen Wohnungen als ekelerregend und unstatthaft bezeichnen.

Die chemische Analyse, welche nach den in der Zeitschrift für Biologie Bd. 18 S. 265 bis 273 angegebenen Methoden ausgeführt wurde, ergab folgendes Resultat:

1 cbm trockenen Füllbodens enthielt Kilogramme:

Saal	Probe	Gewicht von 1 cbm trockenen Bodens in kgm	Anorganische Stoffe	Organische Stoffe	In Wasser lösliche Stoffe	Kochsalz	Salpetersäure
Nr. 36	I	1367	1314,70	52,30	3,68	1,26	0,096
» 36	II	1509	1461,52	47,52	2,96	0,82	0,124
» 36	III	1534	1476,79	57,03	4,64	1,21	0,233
» 88	IV	1401	1339,19	61,81	7,61	2,35	0,580
» 88	V	1393	1302,15	90,85	4,26	2,34	0,040
» 88	VI	1420	1362,37	57,36	7,77	1,60	0,621

Der Wassergehalt der einzelnen Bodenproben schwankte zwischen 21 und 70 Liter pro Cubikmeter. Dieser an und für sich schon sehr hohe Feuchtigkeitsgehalt des Bodens muss an Ort und Stelle deshalb ein noch viel grösserer gewesen sein, weil zwischen der Probeentnahme und der Ausführung der Analyse ein Zeitraum von 6 Tagen liegt, in welchem bei der grossen Trockenheit und Hitze des Hochsommers eine ziemlich beträchtliche Austrocknung der einzelnen Bodenproben eingetreten sein muss.

Trotzdem wurde in der Probe V aus Saal 88 ein Wassergehalt von 5,2% oder 72 Liter pro Cubikmeter Füllboden gefunden.

Ueberträgt man diese Zahlen auf die Zwischendeckenfüllung des ganzen Saales, so ergeben sich ganz erstaunliche Grössen.

Digitized by Google

Im Saal Nr. 88 waren bei einer Fussbodenfläche von 310 qm, die Höhe der Füllung zu nur 10 ccm gerechnet, 31 cm, also 15 grosse Wagenladungen voll vorzugsweise aus Bauschutt bestehender Füllerde unter dem Fussboden angehäuft und diese 31 cbm Füllboden waren zur Zeit der Untersuchung mit 2170 Liter Wasser durchfeuchtet.

Da dieser hohe Feuchtigkeitsgehalt des Fehlbodens im Saal 88, wie aus dem den Bodenproben beigegebenen Befundbericht hervorgeht, vom Scheuern des Fussbodens herrührte, letzteres aber öfters geschieht, so beweist dieser Umstand, dass die Feuchtigkeitsverhältnisse im Fehlboden der siechhaften Säle, wenigstens zeitweise, periodisch und an bestimmten Stellen für die Entwickelung von Spaltpilzen vorzugsweise günstig waren.

Ein weiterer Umstand, welcher die Zwischendecken für das Spaltpilzleben so ausserordentlich geeignet macht, liegt in der constanten und hohen Temperatur in denselben. Leider fehlt es bis jetzt an länger fortgesetzten Temperaturbestimmungen in den Zwischendecken grösserer Anstalten (Kasernen, Gefängnisse etc.). Der Vergleich solcher Curven mit der Pneumoniefrequenz könnte möglicherweise causale Beziehungen aufdecken. In einem so ausserordentlich schlecht Wärme leitenden Material, welches im Verhältnis zur Luft eine enorm grosse Wärmecapacität besitzt, können die Temperaturschwankungen nur sehr allmählich vor sich gehen. Eine gewisse Stärke der Schichte wird selbst, wie dies Flügge für die Mauern nachgewiesen hat, die Schwankungen der Jahreszeiten verwischen.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Zwischendecken nicht im November, December und Januar, sondern erst nach einer längeren Dauer der Heizperiode, also im Februar, März und April die Temperaturmaxima erreichen, also in einer Zeit, in welcher auch die Pneumonie am häufigsten ist.

Die Zwischendecken, welche langsam Wärme in grossen Mengen aufspeichern, bilden demnach ebenfalls ungeheuere Wärmereservoire von sehr constanter Temperatur, welch letztere auch noch durch die von Spaltpilzen veranlassten Zersetzungsvorgänge derart gesteigert werden kann, dass sie, wie ich dies in der stark verunreinigten und durchfeuchteten Füllung eines Leipziger Neubaues beobachtete, die für das Spaltpilzleben günstigste Höhe von

Digitized by Google

32 ° C. erreicht, während gleichzeitig die Temperatur der Zimmerluft nicht mehr als 16 ° C. beträgt.

In diesen mächtigen, natürlichen Thermostaten unserer Wohnungen befinden sich nun auch noch grosse Mengen von Pilznahrung.

Der Kochsalzgehalt gibt uns beispielsweise ein Bild von der Imprägnirung der Füllung mit Harnbestandtheilen.

Mörtel und Steine der Wände, also auch der Bauschutt, enthalten nur Spuren von Kochsalz.

Alles Kochsalz, welches im Füllboden der Gefangenenanstalt zu Amberg gefunden wurde, muss somit aus dem Harn und anderen Abfallflüssigkeiten der Bewohner stammen. Zum Theil mag der Kochsalzgehalt auch vom Verschütten der Suppe etc. herrühren, was aber in hygienischer Beziehung von gleicher Bedeutung ist, da Bouillon ein ebenso gutes Nährmaterial für Spaltpilze ist, wie der Harn. In der Zwischendeckenfüllung des Schlafsaales Nr. 88 waren 65^{kg} Kochsalz vorhanden.

Diese Zahl zeigt welch grosse Urinmengen im Laufe der Zeit in diesen Boden versickerten; man findet durch einfache Rechnung, dass ein erwachsener Mensch seine gesammte tägliche Harnmenge 12 Jahre hindurch Tag für Tag auf den Zimmerboden des genannten Saales entleeren müsste, um den ursprünglich kochsalzfreien Füllboden so stark mit Kochsalz zu beladen, als er gegenwärtig damit imprägnirt ist.

In ähnlicher Weise ist die Füllung mit stickstoffhaltigen, organischen Stoffen beladen und der Gehalt an Alkoholextract und Salpetersäure resp. Nitraten beweist, dass sich in der Zwischendeckenfüllung der siechhaften Schlafsäle, Zersetzungsvorgänge, welche durch niedere Pilze veranlasst werden, in grossem Maassstab abgespielt haben.

Die Thatsache, dass in den beiden Etagensälen (Nr. 36 und 88) Nitrate überhaupt vorhanden waren, scheint ganz besonderer Beachtung werth zu sein.

Bei der Untersuchung von mehr als 200 Fehlbodenproben aus Leipzig ergab sich nämlich, dass die aus den Etagen stammenden Proben niemals Nitrate enthielten.

Digitized by Google

Nur in einem Falle, welcher ein Typhushaus betraf, waren in den Zwischendeckenfüllungen der siechhaften Wohnräume Nitrate vorhanden. In diesem Hause waren im Verlauf eines Monats 24 Typhusfälle vorgekommen und im Füllboden konnten Salpetersäuremengen bis zu 0,1 kg pro Cubikmeter nachgewiesen werden. In den beiden Sälen des Amberger Gefängnisses waren in den sämmtlichen 6 Proben, welche an verschiedenen Stellen der Füllung entnommen wurden, Nitrate in ziemlich grossen Mengen, bis zu 0,62 kg pro Cubikmeter auf Salpetersäure gerechnet, vorhanden.

Wenn unter 200 aus Etagen stammenden Fehlbodenproben nur in zweien Nitrate gefunden wurden, und wenn gerade diese zwei Fälle auf notorische Seucheherde treffen, so muss diese Coincidenz zu weiteren Untersuchungen veranlassen.

Ich bin weit davon entfernt, behaupten zu wollen, dass man aus dem Vorhandensein von Nitraten auf einen siechhaften Boden schliessen könne, aber ich bin der Ansicht, dass bei der Aufsuchung pathogener Organismen im Füllboden das Fehlen oder Vorhandensein der Nitrate einen Anhaltspunkt bieten kann. Der Nitratgehalt beweist nämlich in den meisten Fällen, dass sich die betreffenden Stellen des Bodens häufig in durchfeuchtetem Zustand befanden und dass dort die Bedingungen für Spaltpilzbildung besonders günstig waren. Wenn in einem Zimmer ein Infectionsherd vorhanden ist, so kann man nicht die ganze Zwischendecken-Füllung in Untersuchung nehmen, man wird dieselbe auf einzelne Stellen beschränken müssen und unter solchen Umständen sind die eben erwähnten, wenn auch noch unsicheren Anhaltspunkte verwerthbar.

Die Menge der in Alkohol löslichen Stoffe beträgt im Saal Nr. 88 für Stelle IV = 3,39, für Stelle V = 2,73 und für Probe VI = 3,53 kg pro Cubikmeter Füllmasse.

Diese Residuen eines üppigen Spaltpilzlebens im Fehlboden beweisen, dass ich berechtigt war zu sagen: »Man wird sich in den menschlichen Wohnstätten und in ihrer Umgebung vergeblich nach einem Medium umsehen, welches in Bezug auf Temperatur, Feuchtigkeit und Nährmaterial die Anforderungen, die wir an

Digitized by Google

einen, die parasitäre Lebensthätigkeit in denkbar günstigster Weise fördernden Culturapparat stellen, in so vollkommener Weise erfüllt, wie unter gewissen Umständen die Zwischendecken der Wohnräume [1])«.

Nachdem man so sichere Anhaltspunkte, wie sie v. Kerschensteiner schildert, für die Existenz eines ectogenen Krankheitserregers in den siechhaften Schlafsälen gewonnen hatte, war der Versuch, denselben mit Benutzung der von R. Koch gefundenen und ausgebildeten Untersuchungsmethoden nachzuweisen, entschieden begründet. Und wo anders hätte man ihn suchen sollen als in der Zwischendecken-Füllung?

Nägeli hat schon in seinem epochemachenden Buche über die niederen Pilze ausführlich erörtert, wie unwahrscheinlich es ist, dass die Wände unserer Wohnräume einen Herd für Spaltpilzvegetationen zu bilden vermögen.

Die Wände bieten in verschiedenen Localitäten so wenig Differentes und erscheinen in Folge des Mangels an genügendem Nährmaterial und Feuchtigkeit so wenig als Nährmedium geeignet als die Möbel. Fast das Gleiche ist mit dem Fussboden der Fall.

Aber unter dem Fussboden finden sich grosse Mengen von Erde, in einem Schlafsaal des Amberger Gefängnisses waren, wie erwähnt, 15 Wagenladungen voll Bauschutt angehäuft. Man kann kaum eine bessere Methode ersinnen, den Unrath aus menschlichen Wohnstätten und Krankheitsstoffe, die Jahr aus Jahr ein im Hause Eingang finden, in den Wohngebäuden anzusammeln und aus niedergerissenen Bauten in neue mit allen Gefahren überzuführen, als das von Grund aus verwerfliche, von Alters her gebräuchliche und überall geübte Verfahren, den Bauschutt zur Deckenfüllung zu benutzen.

Wenn also in den Wohnräumen eines Hauses ein Krankheitsherd vorhanden ist, so wird er sich in den weitaus meisten Fällen, vielleicht immer in dem vor äusseren störenden Einwirkungen geschützten Füllboden der Zwischendecken finden und hier musste er auch in unserem Falle gesucht werden.

---

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 18 S. 336.

Digitized by Google

Der Boden ist ja das einzige bis jetzt nachgewiesene ecthantrope Nährmedium ectogener Krankheitspilze, alle pathogenen Spaltpilze, welche bis jetzt nachgewiesen wurden, befanden sich im Boden: der Milzbrandpilz, die Bacillen des malignen Oedems und vielleicht auch — das steht noch nicht sicher — der Bacillus malariae [1]).

Dazu kommt noch, dass Keller die Abhängigkeit der Pneumoniefrequenz vom Boden und dessen Feuchtigkeitsverhältnissen in bestimmter Weise statistisch nachgewiesen hat. Diese Gründe bestimmten mich, die Pneumoniecoccen in der Zwischendeckenfüllung der siechhaften Säle zu suchen. Die Auffindung derselben habe ich der glücklichen Vereinigung mehrerer besonders günstiger Umstände zu verdanken.

In erster Linie sind es die Koch'schen Culturmethoden, ohne deren Existenz die Aufsuchung specifischer Krankheitspilze in ihrem ectogenen Medium fast ganz aussichtslos wäre. Diese Auffindung wäre ferner ohne Kenntnis der morphologischen Charaktere und biologischen Eigenschaften dieser Spaltpilze (Art des Wachsthums auf künstlichen Nährsubstraten) schwer möglich gewesen.

Die Koch'schen Methoden hatte ich durch eigene Anschauung im kaiserlichen Reichsgesundheitsamt, durch einige frühere mykologische Arbeiten kennen gelernt und geübt; vieles verdanke ich in dieser Richtung der freundlichen Anleitung und Belehrung des Herrn Dr. Frobenius, welcher mehrere Monate unter Koch's Leitung arbeitete und welcher mit Friedländer gemeinschaftlich die von letzterem in der pneumonischen Lunge des Menschen entdeckten Pneumoniecoccen rein züchtete und die Specifität derselben durch Thierinfectionen feststellte.

Zwar hatte ich schon früher, bevor Friedländer's treffliche Abhandlung erschienen war, Gelatineculturen mit der Zwischendecken-Füllung aus der Amberger Strafanstalt zur Ausführung gebracht und die verflüssigte pilzhaltige Gelatine weissen Mäusen, Meerschweinchen und Kaninchen subcutan und intravenös injicirt. Mit einer grossen Menge anderweitiger Berufsarbeiten überhäuft,

1) Auch die Cholerabacillen gedeihen, wie Koch gefunden hat, vorzüglich auf der Oberfläche feuchter Erde.

Digitized by Google

fand ich jedoch damals keine Zeit Reinculturen herzustellen. Infolgedessen war ich nicht berechtigt die umkapselten Coccen und Diplococcen, welche ich neben zahlreichen septischen Pilzen im Blute der inficirten Thiere fand, als specifische Pneumoniepilze anzusprechen, um so weniger als der pathologisch-anatomische Befund scheinbar sehr inconstant, die Lungen bei Meerschweinchen hepatisirt, bei Mäusen voluminös und dunkelroth, bei Kaninchen aber hellroth und überhaupt normal waren.

Dieser scheinbare Widerspruch wurde aber durch die Untersuchungen von Friedländer und Frobenius, nach welchen sich die Kaninchen gegen Infection mit Pneumoniecoccen refractär verhalten, aufgeklärt.

Aus der Friedländer'schen Abhandlung erkannte ich alsbald, dass die aus der pneumonischen Lunge des Menschen und die aus dem Fehlboden des Gefängnisses Amberg gezüchteten Pneumoniecoccen der Form und Grösse nach identisch waren.

Es gibt ja gewisse Krankheiten, welche man dem Kranken am Gesicht oder der ganzen äusseren Erscheinung mit einiger Sicherheit ansehen kann, bei den meisten aber muss man den gesammten Apparat der physikalisch-chemischen und mikroskopischen Diagnostik in Anwendung bringen, um ins Reine zu kommen.

Aehnlich verhält es sich mit der Identificirung von niederen Pilzen, speciell von pathogenen Spaltpilzen.

Es ist gleichfalls ein Verdienst Dr. Koch's gezeigt zu haben, dass in den seltensten Fällen die Uebereinstimmung der mikroskopischen Bilder, in den allermeisten nur diese und die Gleichheit des Wachsthums von Reinculturen auf den bis jetzt bekannten künstlichen Nährmedien, sowie der Infectionswirkungen bei verschiedenen Thieren, zum Ziel führt.

Durch dieses Postulat ist die gewohnte Leichtfertigkeit der Schlussfolgerung aus dem medicinisch-mykologischen Gebiet beseitigt und der Boden für eine exacte Pilzdiagnostik geebnet worden.

Dem entsprechend haben wir zunächst versucht, aus der Zwischendecken-Füllung der siechhaften Räume des Amberger Gefängnisses, **Reinculturen** auf Fleischwasser-Pepton-Gelatine zu erzielen.

Digitized by Google

Sterilisirte Fleischwasser-Pepton-Gelatine wurde auf Glasplatten, welche vorher mehrere Stunden hindurch bei 110° C. erhitzt worden waren, ausgebreitet und auf diese der zu untersuchende Boden in der Weise ausgestreut, dass jedes Körnchen möglichst isolirt und von einem unbestreuten Hof umgeben war.

Diese Plattenculturen wurden in über einander gestülpten Krystallisirschalen, deren obere und untere Innenfläche mit von Sublimatlösung durchtränktem Filtrirpapier bedeckt waren, bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Im Verlauf der nächsten Tage entwickelten sich um die einzelnen Bodenkörnchen herum die verschiedenartigsten Pilzrasen, unter denen aber scharfbegrenzte, erhabene, milchglasförmige, opake Vegetationen vorherrschend waren.

Die schon makroskopisch verschiedenen inselförmigen, theils verflüssigten Colonien wurden einzeln mikroskopisch untersucht, und *in den letzterwähnten mattweissen, opaken, perlartigen Erhebungen fanden sich dichtgedrängt in grossen Massen die Coccen und Diplococcen der croupösen Pneumonie.*

Von diesen linsengrossen Rasen wurden mittels geglühten Platindrahtes kleine Mengen auf eine im Reagensglas befindliche, circa 15 ccm füllende, sterilisirte und verflüssigte Gelatinprobe übertragen und durch Schütteln vertheilt.

Diese in der eben erwähnten Weise inficirten Reagensglasproben wurden dann wieder auf Glasplatten ausgegossen und, wie oben angegeben, weiter behandelt resp. aufbewahrt. Nach circa 8 Tagen wurden von den auf den Gelatineflächen isolirt zur Entwickelung gekommenen, vollkommen charakteristischen, scharfbegrenzten, runden Colonien abermals kleine Mengen mit dem Platindraht unter Controle des Mikroskops (60 bis 80fache Vergrösserung) auf circa 20 sterilisirte Fleischwasser-Pepton-Gelatineproben übertragen.

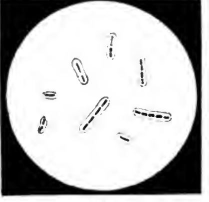
Von den letzteren stellte die weitaus grösste Zahl Reinculturen der Pneumoniepilze dar, welche in jeder Beziehung, in allen ihren Eigenschaften mit denjenigen übereinstimmten, die *Friedländer* und *Frobenius*, aus vom Menschen stammendem Material, hergestellt haben.

Digitized by Google

Herr College Dr. Frobenius hatte die Güte, sowohl das makroskopische Aussehen der Cultur, als auch das Verhalten der Plattenculturen bei 80facher Vergrösserung und das Aussehen der nach Friedländer's Methode gefärbten mikroskopischen Präparate mit seinen eigenen Culturen zu vergleichen. Hierbei ergab sich, soweit bis jetzt die Symptomatologie reicht, eine vollkommene Uebereinstimmung in allen Details.

Nur die Nagelform der Gelatinecultur, welche Friedländer als ganz besonders charakteristisch zu betrachten geneigt ist, wird nicht in allen Fällen gleich typisch gefunden, eine Beobachtung, welche inzwischen auch von Frobenius, Nenzki u. a. gemacht wurde. In vielen Fällen ist das Wachsthum mehr flächenförmig, die Colonie weniger erhaben und von geringerer Dicke.

Die Figur 1 (Seibert homogene Immersion $^1/_{16}$ Ocular I) zeigt stäbchenförmige Kapselpilze aus der Maus, wie sie neben umkapselten Coccen und Diplococcen, aber in vorherrschender Zahl, nach Injection einer direct durch Bodenaussaat gewonnenen, noch unreinen Cultur, in der Lunge gefunden wurden.


Fig. 1.

Die Grösse der Kapsel ist ganz richtig (durchaus nicht übertrieben) gezeichnet. Die Grössenunterschiede der Stäbchen und Coccen unter sich scheinen durch die Färbung bedingt zu sein. In den betreffenden Präparaten, welche ich noch aufbewahre, sieht man unverkennbare Uebergangsformen zwischen Stäbchen, Diplococcen und Coccen.

Es ist jedoch noch fraglich, ob diese in Fig. 1 gezeichneten Formen sämmtlich zur Pneumonie gehören. In den späteren notorisch reinen Culturen fand ich mehrere derselben nicht wieder, sondern vorzugsweise nur die in Fig. 2 gezeichneten Coccen und Diplococcen neben vereinzelten Stäbchen.

Es ist immerhin möglich, dass derartige Formen bei der epidemischen, bösartigen oder asthenischen Pneumonie, mit welcher ich arbeitete, vorkommen, während sie in den gewöhnlichen, leichteren, sporadischen Fällen fehlen.

Digitized by Google

Sehr viele lymphoide Zellen enthielten Kapselcoccen, viele waren von denselben ganz vollgepfropft. Ein in Abbildung 2 ziemlich unkenntlich wiedergegebene Wanderzelle enthält einen umkapselten Coccus und Diplococcus.

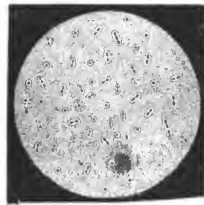


Fig. 2.

Ausser auf Gelatine mussten auch Culturen der im Füllboden gefundenen Coccen auf anderem Nährboden, insbesondere auf Blutserum und Kartoffeln, auf welchen Friedländer und Frobenius ebenfalls sehr charakteristisches Wachsthum constatirt hatten, versucht werden, um keines der zur Feststellung der Identität möglichen Mittel unversucht zu lassen.

Mit einem geglühten Platindraht, welcher in das zähflüssige Pleuraexsudat einer durch Infection mit Coccencultur aus Füllboden getödteten Maus, eingetaucht war, wurde die Oberfläche erstarrten Blutserums bestrichen.

Auf der Oberfläche von mehr als 100 derartig behandelter Blutserumproben zeigte sich bei einer Temperatur von 36° C. schon nach 2 bis 3 Tagen in der ganzen Ausdehnung des Impfstriches eine leichte Erhebung von schleimiger Consistenz, welche von der Farbe des Serums nur durch eine schwache Nüancirung ins Graue verschieden war.

Von allen Culturen auf festem Nährmedium scheinen die Culturen der Pneumoniecoccen auf gekochten Kartoffeln die charakteristischsten zu sein.

Auf der Schnittfläche der unter Berücksichtigung aller Cautelen zubereiteten Kartoffeln wachsen die Pneumoniecoccen aus der Füllerde der siechhaften Schlafsäle, ebenso wie jene aus der menschlichen Lunge, in jeder Hinsicht gleichartig, in Form eines mehrere Millimeter dicken, schwachgelblichen Schleimbelegs, der sich besonders dadurch auszeichnet, dass er fortdauernd feucht bleibt.

Ich erwähne noch, dass den Pneumoniecoccen aus dem Füllboden auf Gelatine stets, auf Blutserum meistens die Kapsel fehlt.

Digitized by Google

Die Infection der Thiere wurde mit einer, kurz vorher bei 140 ° C. sterilisirten Pravaz'schen Spritze, deren Stempel jedesmal frisch umwickelt wurde, durch Injection in die rechte Lunge ausgeführt.

Der pathologisch-anatomische Befund war bei den mit Gelatine-, Blutserum- oder Kartoffel-Reincultur inficirten Thieren durchweg, insbesondere aber bei Meerschweinchen äusserst prägnant.

In den Pleurahöhlen findet man bei Mäusen stets zähes, gelblich-graues Exsudat, welches bei Meerschweinchen etwas dünnflüssiger ist und bei letzteren die Menge von 4 bis 8 ccm erreicht.

Die Costal- und Pulmonalpleura ist beim Meerschweinchen häufig mit fibrinösem Exsudat schleierartig überzogen.

Die Lungen sind meist so deutlich hepatisirt, dass ein bewährter Kliniker, Dr. Simanowsky, dem ich die Lunge einer nach Infection mit Gelatinecultur verendeten Maus zeigte, dieselbe sofort als pneumonische bezeichnete, obgleich er weder über die Art der Infection, noch über meine Untersuchungen überhaupt unterrichtet war. Bei Meerschweinchen ist die Hepatisation unverkennbar, die Lungen (die rechte mehr als die linke) sind leberfarbig, sehr voluminös, derb, ein herausgeschnittenes Stück sinkt im Wasser unter. Von der Schnittfläche fliesst (beim Meerschweinchen) eine schmierige, dunkelrothe Flüssigkeit. Die Milz ist bei den Mäusen, welche erst nach 20 bis 30 Stunden sterben, um das Doppelte bis Dreifache vergrössert.

Durch Injection in die rechte Lunge wurden 32 Mäuse inficirt, welche sämmtlich nach 18 bis 32 Stunden starben. Das Köpfchen einer Gelatinecultur oder der Belag einer Blutserumcultur wurden mittels geglühten Platindrahtes herausgenommen, in circa 1 ccm sterilisirtem Wasser fein vertheilt und hiervon 2—6 Tropfen injicirt.

Die Mäuse erkranken sofort. Schon 2 Stunden nach der Injection werden die Athemzüge tiefer und seltener. Die Thiere fressen meistens nicht mehr und die Dyspnoe dauert bei zunehmender Schwäche bis zum Tode.

Bei Meerschweinchen war die Menge der injicirten Pilzaufschwemmung meistens etwas grösser, $^1/_4$ bis $^1/_2$ und 1 ccm betragend. Ein Beispiel mag den kurzen Krankheitsverlauf illustriren.

Digitized by Google

Am 24. Januar 1884 Nachmittags 3 Uhr wird das Köpfchen einer Gelatinecultur in $^1/_2$ ccm sterilisirtem Wasser fein vertheilt und die ganze Menge in die rechte Lunge eines nahezu erwachsenen 605 g schweren Meerschweinchens injicirt. Im Verlauf der ersten halben Stunde nach der Injection zittert das Thier (Schüttelfrost?) und hustet wiederholt.

Am 25. Januar 1884 ist das Thier sehr schwach, schwerathmig, das Fell struppig. Abends 8 Uhr: das Thier kann sich kaum vom Platz bewegen. Um 10 Uhr Nachts liegt dasselbe todt auf der rechten Seite.

Section: Beide Pleurahöhlen mit zähem, gelbröthlichem Exsudat gefüllt. Die Costal- und Pulmonalpleura mit Fibrinsträngen überzogen, die Pleura verdickt, glanzlos. Die rechte Lunge sehr voluminös, leberfarbig, mit noch dunkleren rothen Stellen, hepatisirt. Die linke Lunge bis auf eine etwas heller rothe Stelle ebenfalls dunkelroth, ein herausgeschnittenes Stück sinkt im Wasser unter. Milz vergrössert. Im Pleuraexsudat, im Blut und in den Organen eine enorme Menge von Kapselcoccen und Diplococcen.

Bei einer grossen Anzahl der nach der Infection mit Pneumoniecoccen verendeten Thiere wurden kleine Lungen- oder Milzstückchen auf Gelatine oder Blutserum übertragen, wobei in allen Fällen typische Culturen erhalten wurden.

Wenn ich nun noch anführe, dass auch Inhalationsversuche an weissen Mäusen ein positives Resultat ergeben haben, so muss damit auch der letzte Zweifel an der Identität der aus der pneumonischen Lunge und der aus dem Füllboden gezüchteten Pneumoniepilze schwinden.

Beim ersten Inhalationsversuch wurde eine Kartoffelcultur in 200 ccm sterilisirtem Wasser fein vertheilt und hiervon etwa 100 ccm mittels Handspray in einer 10 Liter fassenden Glasflasche, in welcher sich vier Mäuse befanden, zerstäubt.

Eine dieser 4 Mäuse starb am 5. Tage nach der Inhalation; eine entkam und verkroch sich in einer Maueröffnung, aus welcher sie nicht mehr zum Vorschein kam. 14 Tage später wurde dieselbe todt in der Mauerspalte aufgefunden.

Digitized by Google

In den Pleurahöhlen der ersterwähnten Maus fanden sich einige Tropfen zähflüssigen Exsudates, die Lungen waren stellenweise dunkelroth, stellenweise grau gefärbt, der rechte Oberlappen voluminöser als der linke und in diesem, sowie in den übrigen Lungentheilen fanden sich Kapselcoccen in ziemlich grosser Zahl.

Bei einem zweiten mit 6 Mäusen ausgeführten Inhalationsversuch starben 2 Thiere und bei einer dritten, mit besserem Spray und mehr Pilzflüssigkeit (200 ccm Wasser, in welchem eine Kartoffelcultur und mehrere Gelatineculturen zertheilt waren), in der Dauer einer Stunde durchgeführten Zerstäubung, starben von 8 Mäusen 5, und zwar 3 nach 24 bis 36, eine nach etwa 48 Stunden und die fünfte am 4. Tage nach der Inhalation.

Die Mäuse werden beim Inhaliren stark mit Flüssigkeit benetzt, doch habe ich durch feinkörnigen Kies, welcher den Boden des Behälters bedeckte, die Ansammlung von Flüssigkeit verhütet und nach dem Versuche durch Einhüllen der Versuchsthiere in trockener Watte für rasches Abtrocknen Sorge getragen.

In allen Fällen war eine deutliche Entzündung der Lungen und in diesen, in der Milz, im Blute etc. waren Kapselcoccen fast ebenso zahlreich vorhanden, wie nach der Injection von Pilzaufschwemmung mittels Einstich in die Lunge.

Der Einwand, dass die in den Lungen gefundenen Coccen etwa direct von der Inhalation herrühren konnten, wird dadurch bestimmt widerlegt, dass solche auch im pleuritischen Exsudat in der Milz und im Blute gefunden wurden und dass, obgleich kapselfreie Coccen inhalirt wurden, fast sämmtliche in der Lunge und im Exsudat vorhandene wohl ausgebildete Kapseln trugen.

Als letztes Versuchsergebnis, welches mit den übrigen zusammen den Beweis der Identität stringent macht, führe ich an, dass die Infection von Kaninchen mit Pneumoniecoccen-Culturen mir ebenso wenig gelungen ist, wie Friedländer und Frobenius, welche zuerst constatirten, dass sich Kaninchen refractär verhalten.

Von 7 Kaninchen, welchen 2 bis 4 ccm einer, wie oben erwähnt, bereiteten Pilzflüssigkeit in die rechte Lunge injicirt worden waren, ging nur eines, welches 4 ccm erhalten hatte, zu Grunde.

Digitized by Google

In der rechten Pleurahöhle dieses Thieres befand sich zwar eine ziemliche Menge Flüssigkeit (noch etwas mehr als injicirt worden war), aber die Lungen waren hellroth, wie bei gesunden Thieren. Weder im Blut, noch in den Organen waren Pneumoniecoccen zu finden.

Das objective Zeugniss all dieser Versuche hat die Identität des aus der pneumonischen Lunge des Menschen und des aus der Zwischendeckenfüllung der siechhaften Schlafsäle des Amberger Gefängnisses gezüchteten Pneumoniepilzes bis zur Evidenz erwiesen.

Selbstverständlich wurde auch die Zwischendecken-Füllung anderer Häuser auf das Vorhandensein von den Pneumoniecoccen gleichen oder ähnlichen Pilzen untersucht, — in keiner einzigen konnten solche aufgefunden werden.

So haben wir z. B. von 8 Füllbodenproben, welche in 8 verschiedenen Sälen des alten Augsburger Militärspitals entnommen worden waren, Gelatine-Plattenculturen zur Ausführung gebracht. Dabei ergab sich, dass in der Füllung eines jeden Sales gewisse Pilze, in dem einen Schimmel- und Sprosspilze, in einem anderen Bacillen und im dritten Coccen vorherrschend waren. Einzelne Culturen wurden dann weiter übertragen und Injectionsversuche ausgeführt. Obgleich auch unter diesen Pilzen pathogene Formen vorkamen, so beobachtete ich doch niemals bei der Injection solcher charakteristische Lobaerpneumonie, sondern nur sehr geringfügige circumscripte, auf die nächste Umgebung der Einstichstelle beschränkte Veränderungen in der betreffenden Lunge. Es ist möglich, dass auch im freiliegenden Boden unter gewissen Bedingungen Pneumoniecoccen zur Entwickelung kommen können. Durch die Auffindung von Pneumoniecoccen im freiliegenden Terrain würde die Bedeutung unserer Untersuchungsresultate kaum beeinträchtigt.

Zum erstenmal ist der Nachweis eines pathogenen Pilzes in seinem ectogenen Medium, in der unmittelbaren Umgebung des Menschen, in siechhaften Wohnräumen gelungen. Die wahre Ursache einer bald vereinzelt, bald epidemisch auftretenden

Digitized by Google

Krankheit, über welche die Ansichten der Aerzte bis in die neueste Zeit noch weit auseinander gingen, ja sogar principiell verschieden sich gegenüberstanden, liegt klar vor uns.

Zwar bleibt noch vieles zu thun übrig. Wie jeder Fortschritt der Wissenschaft, so hat auch dieser nicht etwa einen Abschluss, sondern eine Erweiterung des Forschungsgebietes zur Folge. Die Aufklärung der Ernährungs- und Wachsthumsbedingungen der pathogenen Pilze im ectogenen Substrat u. v. a. erfordert noch viele schwierige, chemische und biologische Untersuchungen.

Die Frage, ob die Coccen oder deren Sporen direct vom Substrat aus, in welchem sie gefunden wurden, inficiren, oder ob sie eine Weiterentwickelung auf einem anderen Nährboden, etwa eine Umzüchtung auf der menschlichen Schleimhaut vorher durchmachen müssen, — alles das sind noch offene Fragen.

Aber soviel lässt sich jetzt schon mit Bestimmtheit sagen: dass uns die Auffindung der Pneumoniecoccen in der Zwischendecken-Füllung erfolgreiche, sichere Mittel an die Hand gibt, um Hausepidemien von Lungenentzündung zu verhüten und ausgebrochene Epidemien zu coupiren.

Bevor wir uns mit der Besprechung dieser Maassregeln befassen, ist noch die wichtige Frage zu erörtern, ob die von uns in ihren Ursachen klargelegte Amberger Gefängnisepidemie einen Ausnahmefall darstellt, oder ob die Infection immer, oder doch in sehr vielen Fällen von den Zwischendecken ausgeht.

Wir müssen uns für die letzte Ansicht entscheiden, welche in vielen genauer beschriebenen Fällen eine sichere Stütze findet.

Wir erinnern an die von Penkert[1]) beschriebene Pneumonie-Epidemie in Riethnordhausen, bei welcher 13 das neugebaute Schulhaus besuchende Kinder erkrankten, und die sofort sistirte, als mit Beginn der Osterferien der Schulbesuch aufhörte.

Sehr zahlreich sind die Berichte über jene in einem Hause oder in einer Etage eines Hauses einmal oder wiederholt auftretenden Endemien, welche man mit Recht als »Hauspneumonie« bezeichnet hat.

---

1) Berlin klin. Wochenschschrift 1881 S. 40.

Im Verlauf eines halben Monates (December) erkrankten, wie Müller[1]) mittheilt, in dem Häuschen eines armen Dorfflurwächters 3 von 4 Hausbewohnern und 2 sie besuchende Verwandte an schwerer Pneumonie, complicirt mit Endocarditis und Pleuritis.

Ein Pendant zu diesem Falle ist die von Ritter[2]) beschriebene Hausepidemie von Pneumonie, welche wie die vorige einen typhösen Charakter (Delirien, Somnolenz, Milzschwellung) und zudem einen schlimmen Verlauf zeigte. In 5 Tagen (13.—18. März) erkrankten 5 in demselben Hause wohnende Personen und 2 andere, welche sich wiederholt längere Zeit in dem »verdächtigen Zimmer« des betreffenden Hauses aufgehalten hatten. 3 von den Erkrankten starben.

Bielenski berichtet (Medycyna 1882, 19), dass in einem kleinen Hause, welches nur zwei Räumlichkeiten enthielt, von 10 Bewohnern während 2 Wochen 9 nacheinander an croupöser Pneumonie erkrankten.

Herr, welcher mehrere Hauspneumonien beschreibt, gibt u. a. an, dass in einem Hause im Verlauf von 14 Tagen zwei Männer an Lungenentzündung erkrankten. Einer von diesen starb. In das Sterbezimmer zog 5 Wochen später eine andere Familie und die Frau legte sich nach 8 Tagen in derselben Zimmerecke an Pneumonie.

Ueber weitere derartige Haus- oder Zimmerpneumonien, bei welchen von 5 Kindern einer Familie 3 im Zeitraum weniger Tage, und von 8 Familiengliedern 6 von der Krankheit befallen wurden, berichten Germain-See[3]) und Daly[4]).

Bei einer von Patchet[5]) beobachteten Hausepidemie von Pneumonie ging eine ganze Familie in 2 Wochen zu Grunde; vier Brüder und eine Schwester starben 3—4 Tage nach der Erkrankung.

1) Ueber endemische Pneumonie. Deutsch. Archiv f. klin. Medicin 1877 XXI, 1.

2) Deutsch. Archiv f. klin. Medicin 1877 XXI, 1.

3) Des pneumonies infectieuses. L'Union médicale 1882 Nr. 76—78.

4) Contagious pneumonia. The Lancet 1881. II. 12. Nov.

5) Contagious pneumonia. The Lancet 1881. I. 25. Febr.

Digitized by Google

Nach den Aufzeichnungen meines Vaters, des Dr. J. Emmerich, erkrankten im Januar 1859 zwei Personen einer Krämersfamilie, welche in einem kleinen dunklen Zimmer schliefen, im Zeitraum von 6 Tagen an Pneumonie. Ein Dienstknecht derselben Familie, welcher die Reinigung des Zimmers besorgte, starb zur gleichen Zeit an schwerer Meningitis.

Eine grosse Anzahl ähnlicher Fälle hat M. Mendelsohn in seiner erschöpfenden Abhandlung »über die infectiöse Natur der Pneumonie«, welcher ich die obigen Literaturangaben entnommen habe, zusammengestellt.

Eine grosse Beweiskraft für das Zustandekommen der Infection in siechhaften Wohnräumen kommt jenen Hausepidemien zu, welche nach der Evacuation der Bewohner plötzlich zum Stillstand kamen.

Vor kurzem hat Batmanow eine Pneumonie-Epidemie beschrieben, welche er im 84. russischen Infanterie-Regiment beobachtete. Dasselbe hatte einen Bestand von 1200 Mann und war in einer sehr schlechten, feuchten Kaserne eng placirt. Im Jahre 1882 erkrankten 31 Mann an Pneumonie, von Januar bis Mai 1883 dagegen 103. Mit dem Moment, in welchem die Kaserne verlassen wurde, hörten auch die Erkrankungen auf. Die häufigste Complication war Pleuritis.

Auch die während der Amberger Gefängnisepidemie evacuirten Sträflinge, 100 an der Zahl, blieben alle von der Krankheit verschont.

In der medicinischen Literatur finden sich zahlreiche Fälle dieser Art, welche mit Bestimmtheit beweisen, dass die Ursache der Infection im Hause, in einem bestimmten Zimmer, ja sogar in einer bestimmten Zimmerecke zu suchen ist.

Dass die Wände keinen günstigen Boden für Spaltpilzbildung abgeben können, wurde bereits erörtert, das Gleiche gilt für die Möbel, von denen vielleicht noch das Bett am geeignetsten wäre; aber in einem Schulsaal sind keine Betten vorhanden und doch sind in einem solchen, wie Penkert mittheilt, im Verlauf von wenigen Tagen 12 Kinder erkrankt.

Die theoretische Betrachtung, die chemische Untersuchung und die ärztliche Erfahrung nöthigen zu der Annahme, dass bei den weitaus meisten, vielleicht bei allen Hausepidemien der

Digitized by Google

Seuchenherd in dem natürlichen Brutapparat unserer Wohnräume, in den Zwischendecken vorhanden war.

Aus einzelnen Fällen lässt sich ersehen, dass dem Ausbruch der Endemie eine starke Durchfeuchtung der Zwischendecken-Füllung vorausging und dass die Infectionen während der Austrocknung des durchfeuchteten Materials zu Stande kamen.

So schildert z. B. M. Mendelsohn eine Zimmerepidemie, welche einen Kutscher, dessen Frau und ihre beiden Kinder betraf. Am 1. April 1883 bezogen dieselben ein einziges Souterrainzimmer in Berlin, welches ihnen, nach den Schilderungen des Mannes in einem Zustand der äussersten, »jeder Beschreibung spottenden« Unsauberkeit übergeben wurde, so dass das Ehepaar die nächsten Tage nur mit dem Reinigen des Zimmers zubrachte. Durch dieses mehrtägige Waschen und Putzen des Fussbodens musste die Füllung, welche jedenfalls noch weit mehr mit Schmutz imprägnirt war als das Zimmer selbst, mit grossen Mengen schmutzigen Putzwassers durchfeuchtet werden.

Solches »Putz- oder Scheuerwasser« enthält nach meinen im Jahre 1878 ausgeführten Analysen durchschnittlich sehr viel mehr verunreinigende Bestandtheile als das Kanalwasser, geht im Verlauf von wenigen Tagen in intensive Fäulniss über und Kaninchen, Katzen etc., welchen man einige Cubikcentimeter davon injicirt, gehen nach 1 bis 2 Tagen zu Grunde.

Nachdem in dem betreffenden Zimmer in den ersten Tagen des April tüchtig gescheuert worden war, erkrankte am 20. April, also zu einer Zeit, in welcher die oberflächliche Schichte der Füllung wieder abgetrocknet sein musste, die Frau an Pneumonie, am Tage darauf das 5jährige und nach 2 Tagen ein 1½ jähriges Kind und der Vater. Die beiden Kinder starben und nachdem der Vater Ende Mai aus dem Spital als geheilt in seine Wohnung zurückgekehrt war, erkrankte er bereits im Juni aufs neue an derselben Krankheit.

Es ist eine statistisch erhärtete Thatsache, dass die in ihren geschlossenen Häusern lebende Stadtbevölkerung häufiger an Pneumonie leidet als das Landvolk, der Soldat weniger im Felde als in den Garnisonen (Köhnhorn).

Digitized by Google

Fälle, bei welchen die Infection nur im Hause erfolgt sein konnte, sind genugsam bekannt. So erkrankten im Gefängnisse Akershus in Christiania von 360 Gefangenen innerhalb der ersten 5 Monate des Jahres 62 und 6 Wärter an Pneumonie, darunter viele, welche die Innenräume des Hauses und die unzureichenden Schlafzimmer, in welchen sich der Seucheherd befand, nie verlassen hatten (Dahl[1]).

Wenn von 10 Hausbewohnern 9, wenn von 700 Gefangenen 100, wenn eine ganze Familie nebst 2 Personen, die sie besuchen, zu gleicher Zeit an Pneumonie erkranken, so sind das Zahlenverhältnisse, deren Vorkommen man nicht wohl auf Zufall zurückführen und für die sich kaum eine andere Erklärung finden dürfte, als die Annahme des Vorhandenseins einer bestimmten Schädlichkeit in den Häusern der Erkrankten.

Wenn wir diesen Satz Mendelsohn's als Thatsache betrachten können, so dürfen wir im Hinblick auf Fälle wie jener das Schulhaus in Riethnordhausen betreffende wahrhafte Schulfall, im Hinblick auf die im Amberger Gefängniss constatirte Infection der Zwischendecken, den Schluss ziehen, dass bei allen oder doch den meisten Hauspneumonien der Seucheherd nirgends anderswo als in den Zwischendecken zu suchen ist.

Aus der Krankheitsstatistik des Amberger Gefängnisses geht hervor, dass die Pneumoniecoccen oder deren Sporen schon seit Decennien in der Zwischendeckenfüllung vorhanden waren.

Die jährlichen Fluctuationen der Zahl der Pneumoniefälle in der Amberger Strafanstalt, deren Grund möglicherweise in einer zeitweisen Vermehrung resp. Sporenkeimung der Pneumoniecoccen gesucht werden muss, ist ein dunkler Punkt in der Aetiologie der Epidemie, dessen Aufklärung weitere genaue Beobachtungen und Untersuchungen nöthig macht.

Die Zahl der zur Zeit der Untersuchung in der Füllung vorhandenen Pneumoniecoccen resp. Sporen muss nach Aussaat und Ernte zu urtheilen eine ganz enorme gewesen sein.

1) Norsk Mag. for Laegevid XXII, 6.

Digitized by Google

Es lässt sich sogar auf Grund directer Versuchsergebnisse ein Bild, eine Vorstellung von der approximativen Zahl der Pneumoniepilze in der Zwischendeckenfüllung gewinnen.

Streut man eine kleine Menge Sand aus den Zwischendecken des Amberger Gefängnisses auf Gelatineflächen aus, so kommen immer zahlreiche Pilzrasen, welche aus Pneumoniecoccen bestehen, zur Entwickelung.

Wir können also gestützt auf den Versuch sagen, dass fast an jedem Sandkörnchen in den Zwischendecken der siechhaften Schlafsäle mindestens ein Pneumoniepilz haftet, vielleicht aber eine viel grössere Zahl.

Im Saal Nr. 88 waren nun, wie erwähnt, 31 ^{cbm} Bodenfüllung vorhanden. Nehmen wir an, dass jedes Sandkörnchen dieser Bodenmasse $^{1}/_{5}$ ^{cbmm} gross ist, so ergibt sich, dass in einem einzigen Schlafsaal die enorme Zahl von mindestens 155000 Millionen Pneumoniecoccen resp. deren Sporen verborgen waren.

Es ist eine in der ganzen belebten Welt allgemein gültige Wahrheit, dass die Natur die Entstehung und den Tod der Individuen durch sichere Mittel, welche in der unendlichen Zahl der das Leben und den Tod verursachenden Factoren bestehen, zu erreichen sucht. Wie die Fortpflanzung des Individuums durch die unendliche Zahl des Samens, so ist das Absterben durch eine Unzahl von lebenden und leblosen schädlichen Einflüssen aller Art gesichert.

Ein ganzes Heer mörderischer Würger lauert unmittelbar unter dem Fussboden, in einem bisher ungeahnten, aber in nächster Nähe des Menschen befindlichen Versteck, bis irgend eine starke Bewegung des Fussbodens, ein Tritt, der Fall eines schweren Gegenstandes, eine kaum sichtbare Staubwolke zwischen den defecten Fussbodenbrettern hervorwirbelt, welche von den im Raume anwesenden Menschen eingeathmet, und da sie aus den feinsten und leichtesten Stäubchen des Bodens besteht, erst in den tieferen Theilen der Luftröhre und der Lungen abgelagert wird.

Wenn sich ein so mächtiges Reservoir specifischer Krankheitspilze unter dem Fussboden befindet, so ist es leicht erklärlich, dass in verhältnismässig kurzer Zeit in einem Hause 161 Personen

Digitized by Google

von der Seuche ergriffen wurden. Unrichtig ist jedenfalls die Vorstellung, die allgemein gültig ist und nach welcher ein einziger zufällig eingeathmeter Pilz die Krankheit verursachen soll. Die grosse Masse von Pilzen in der Zwischendecken-Füllung und der Versuch am Thiere machen es wahrscheinlich, dass auch für das Zustandekommen der Infection beim Menschen die Einathmung einer grösseren Zahl von Pilzen nöthig ist.

Die Gesetzmässigkeit im Auftreten und im Ablauf der Epidemien beweist, dass die Infectionen nicht in so einfacher Weise statthaben, wie es sich die Contagionisten vorstellen.

Es ist wahrscheinlich, dass die Pneumoniepilze oder deren Sporen schon bei Errichtung des Gebäudes, mit dem Bauschutte in die Zwischendecken gebracht wurden.

Mit dem Staub an unseren Kleidern und Schuhen tragen wir ohne Zweifel auch mitunter pathogene Pilze in unsere Wohnungen. Wenn in einem Zimmer die Zwischendecken ursprünglich nicht ausgefüllt, sondern leer gelassen wurden, so füllen sie sich, wie ich in einem Hause zu Leipzig constatirt habe, allmählich mit Strassenstaub und anderem Schmutz im Laufe der Jahre voll.

Es ist daher wohl auch möglich, dass ein einziger Pilz oder einige wenige, welche in den Zwischendecken des Amberger Gefängnisses durch die Fugen zwischen den Fussbodendielen gelangt sind, durch ihre Vermehrung zur Entstehung des Seucheherdes Veranlassung gegeben haben.

›Aber entfaltet sich auch nur einer, einer allein streut
Eine lebendige Welt ewiger Bildungen aus.‹

»Wenn wir den heimtückischen Feind erkannt haben, welcher das Leben bedroht, sagt M. Mendelsohn, so gilt es nun die Waffen zu schmieden, um diesen Feind zu vernichten. Die Zeit, welche einen Krupp und Dreyse erzeugte, wird hoffentlich auch für die Schärfung und Vervollkommnung derjenigen Waffen fruchtbar sein, welche nicht der Vernichtung, sondern der Erhaltung des Menschenlebens dienen sollen.«

Für die croupöse Lungenentzündung und eine andere mörderische Infectionskrankheit, über welche ich nächstens berichten werde, scheint diese Zeit, wenigstens in Bezug auf die Prophy-

Digitized by Google

laxe, wenn auch noch nicht hinsichtlich der Therapie, gekommen zu sein.

Wir sind von jetzt ab im Stande die croupöse Lungenentzündung, soweit sie als Hauskrankheit auftritt, zu verhüten.

Die Mittel und Massregeln, durch welche dieser Erfolg erzielt werden kann, sind höchst einfach, nämlich: die Ausfüllung der Zwischendecken mit unporösem für Spaltpilzbildung ungünstigem Material, oder die Einbettung der Fussbodenbretter in eine heisse, luft- und wasserdichte Asphalt-Isolirschichte, durch welche die Fehlbodenfüllung vom Wohnraume abgeschlossen, vor Verunreinigung geschützt und unschädlich gemacht wird.

Ein grosser Antheil an dem bestimmten Resultat, welches durch die Untersuchungen über die Amberger Epidemie erzielt wurde, gebührt Herrn Bezirksarzt Dr. Schmelcher, dem Arzte der Gefangenenanstalt, insofern derselbe die Epidemie genau beobachtet und die Aufmerksamkeit auf dieselbe gelenkt hat.

Von denen, welchen wir die rasche Entwickelung unserer Kenntnisse über die Ursache der Lungenentzündung verdanken, hat bekanntlich das grösste Verdienst Jürgensen, welcher schon seit langer Zeit für die Ansicht von der parasitären Natur der Pneumonie mit schneidiger Waffe gekämpft hat.

Digitized by Google

Ueber das Eindringen von Verunreinigungen in Boden und Grundwasser.

Von

Franz Hofmann,
Professor der Hygiene in Leipzig.

In einer früheren Mittheilung habe ich nachgewiesen, dass in dem natürlich vorkommenden Boden des Leipziger Diluviums, wie in jedem Boden, welcher ähnliche Verhältnisse in Anordnung und Grösse der freien Zwischenräume darbietet, beträchtliche Wassermengen aufgespeichert sind.

Auf einen Quadratmeter Grundfläche berechnet, enthielt der natürliche Boden bis zur Tiefe von $1-2^{m}$ so viel capillares Wasser als die gesammte Regenmenge eines Jahres beträgt.

Ein solcher Wasserreichthum, bei welchem das Erdreich keineswegs feucht und nass erscheint, legt die Erwägungen nahe, welche Rolle und Bedeutung demselben hinsichtlich des Transportes von Verunreinigungen in die Tiefe zukömmt, ob ihre Wanderung in einem wasserreichen Boden rascher erfolgt als in einem trockneren, ob ersterer die eindringenden Stoffe in höherem Grade verdünnt wie letzterer u. a. m.

Ich möchte vorausschicken, dass die Boden- und Grundwasserverunreinigungen keineswegs so ausschliesslich und vorwiegend von undichten Schleusen- und Abortsanlagen ausgehen, wie vielfach angenommen wird. Dem Menschen schädliche Stoffe finden, wie ich auf Grund von Versuchen später mittheilen werde, ebenso häufig wie leicht von der Oberfläche des Bodens aus ihren Zugang zur Tiefe. Dejectionen und unreine Waschwässer, Sputa, Keime, welche vom Regen aus der Luft niedergeschlagen werden, beginnen vielfach von oben ihren Eintritt in den Boden.

Digitized by Google

Bezüglich des Eindringens verhalten sich die Stoffe, welche wir fast regelmässig in den Wässern der gegrabenen Brunnen unserer Städte und Dörfer als lösliche Zersetzungsproducte menschlicher oder thierischer Zuflüsse beobachten, wesentlich anders als suspendirte und organisirte Gebilde.

Letztere gewinnen gerade in den obersten Schichten des Bodens nicht nur die relativ günstigsten Bedingungen, unter welchen dieselben zur raschen Entwicklung und Vermehrung gelangen können, sondern unter denen sie auch wieder am leichtesten von der Wachsthumstelle aus entweichen und mit dem Menschen in Berührung kommen werden.

Die löslichen und nicht flüchtigen Zersetzungsproducte hingegen verbleiben im Boden, bis sie schliesslich alle Schichten des Bodens passirt haben und in das Grundwasser als unschädliche Merkzeichen einer früher stattgefundenen Verunreinigung gelangen.

Wenn es auch in hohem Grade wahrscheinlich ist, dass die Hauptgefahren der Bodenprocesse von der Bodenoberfläche zu erwarten stehen, so bleibt nicht ausgeschlossen, dass lebensfähige Keime in grössere oder geringere Tiefe gespült werden.

Die Voraussetzungen aber, unter welchen ein solcher Transport organisirter Gebilde geschehen kann, sind:

1. dass die pathogenen Pilze nicht auf dem Wege zur Tiefe infolge ungeeigneter Temperaturen und Nährbedingungen zu Grunde gehen, oder von anderen Wucherungen erdrückt und vernichtet werden,

2. dass sie bei dem langsam erfolgenden Filtrationsprocesse nicht durch die feinen Poren und durch die Adhäsionswirkung des Bodens zurückgehalten werden und endlich

3. dass die transportirende Kraft, nämlich eindringendes und abwärts sinkendes Wasser vorhanden sein muss.

Bei dem Studium über das Eindringen von Stoffen in den Boden müssten also Versuche, welche allen Bedingungen im natürlichen Boden vollkommen entsprechen sollen, nicht nur das Eindringen gelöster, sondern auch organisirter Gebilde umfassen. Ausserdem müsste ein Boden gewählt werden, welcher die unschädlichen Mikroorganismen in der Menge und Qualität enthält, wie

Digitized by Google

sie im natürlichen Boden vorkommen und welcher genau die Abstufungen der Temperaturen besässe, wie sie der natürliche Boden von Schichte zu Schichte darbietet. Erst hiermit wären die Vorbedingungen erfüllt, um ausser dem Eindringen auch die Erhaltung pathogener Organismen experimentell zu verfolgen.

So wichtig es auch erscheinen mag, thatsächliche Unterlagen über die Tieferspülung von Organismen zu erlangen, hielt ich es für nothwendig, vorerst als einfachste Versuchsbedingung das Eindringen von gelösten Stoffen zu prüfen.

Denn hierdurch werden die weitgehendsten Anforderungen erfüllt.

Stoffe, welche sich im gelösten Zustande befinden und von dem Boden weder in chemischer noch in physikalischer Beziehung beeinflusst werden, erfahren auch nicht das geringste Hinderniss in und durch die feinsten Poren des Bodens zu gelangen, wobei nicht bloss Filtration, sondern auch Diffusion mit dem vorhandenen Bodenwasser die Raschheit der Ausbreitung begünstigt.

Von den suspendirten und organisirten Stoffen ist es bekannt, dass sie von den Poren eines mässig feinkörnigen Bodens zum grössten Theile festgehalten werden.

In keinem Falle finden somit die suspendirten Stoffe eine raschere und weitergehendere Verbreitung im Boden wie die vom Wasser tiefer gespülten, gelösten Bestandtheile, und alle Schlussfolgerungen, welche sich aus Versuchen mit letzteren ergeben, werden die Art der Ortsveränderung im Boden darstellen, welche organisirte Gebilde unter günstigsten Bedingungen erlangen können.

Beobachtungen über das Eindringen gelöster Stoffe erscheinen ferner aus dem Grunde wichtig, weil sich hierbei zeitlich und räumlich die Versuchsanordnung ausführen lässt, welche die unmittelbare Uebertragung auf die natürlichen Bodenverhältnisse gestattet.

Die Gefahren der Brunnenverderbnis werden ja bis heute von den das Trinkwasser untersuchenden Chemikern nur indirect, aus dem Nachweise und der Menge von gelösten Stoffen vermuthet resp. behauptet, welche die Erdschichten bis zum Grundwasser durchwandert haben.

Digitized by Google

Durch das Aufgeben einer Lösung von bekannter Zusammensetzung auf einen Versuchsboden lassen sich also quantitativ die Einflüsse feststellen, welche der im Boden vorhandene Wasservorrath auf Concentration und Mischung einer stattgefundenen Verunreinigung ausübt.

I. Eindringen der Stoffe durch die Verdunstungszone des Bodens.

Gelangen Stoffe, sei es im gelösten, sei es im suspendirten Zustande auf einen durchlässigen Boden, so ist die Raschheit der Verbreitung zunächst abhängig von seinem Wassergehalte. Wie ich früher darlegte, finden die wesentlichsten Schwankungen des Wassergehaltes in der obersten von mir als Verdunstungszone bezeichneten Bodenschichte statt.

Zwar vermag ein jeder Boden, abhängig von der Grösse der Poren ein bestimmtes Wasserquantum aufzunehmen und durch Capillarität festzuhalten (Wassercapicität des Bodens), aber nur die oberen Bodenschichten können bei dem Eintreten von trockner und warmer Witterung einen weitgehenden Wasserverlust erleiden.

Das Wasserbassin der oberen Bodenhohlräume wird durch die Verdunstung thatsächlich leerer und dann gelangen Stoffe von der Oberfläche nicht eher in die Tiefe, als bis die leergewordenen Capillaren wieder mit Flüssigkeit ganz gefüllt sind.

In dem Leipziger Auffüllboden betrug z. B. der Wassergehalt pro 1^{qm} Fläche und bis 25^{cm} Tiefe 87 Liter Wasser, in dem lehmigen Boden des Friedhofes pro 1^{qm} und 25^{cm} Tiefe im Mittel 66 Liter Wasser. Ist infolge andauernder Trockenheit der Boden bis 25^{cm} Tiefe nur zur Hälfte oder ⅔ wasserärmer geworden, so können also auf 1^{qm} des Bodens 33—44 Liter resp. 43,5—56 Liter gegeben werden, ohne dass ein Tropfen Wasser weiter als 25^{cm} tief eindringt.

Wie weitgehend die oberflächliche Austrocknung geht und wie viel Wasser zur völligen Sättigung der oberen Bodenlage erforderlich ist, sieht man im Sommer, wo die reichlichsten Regengüsse oder absichtliches Begiessen den Boden nur einige Centimeter tief durchfeuchten, während die nächste Schichte noch staubend trocken geblieben ist.

Digitized by Google

Es ist zweifellos, dass alle Verunreinigungen bis zu dem Zeitpunkte in der oberen Schichte des Bodens verbleiben, bis seine Poren entsprechend der Wassercapacität mit Flüssigkeit ganz angefüllt sind, und dass vorher weder gelöste noch suspendirte Stoffe in die Tiefe sinken.

Die Verdunstungszone wirkt wie ein trockner Schwamm, welcher alle Flüssigkeiten aufsaugt und festhält, bis er endlich vollkommen durchtränkt ist.

Je ausgetrockneter der Boden vorher war und je grösser seine Wassercapacität ist, desto länger wird es dauern, bis ein Abfliessen zur Tiefe eintritt. Da der grobporöse, lockere Boden am wenigsten Wasser aufnimmt, ist er auch am raschesten gesättigt, so dass bei ihm die Verdunstungszone die geringste Verzögerung in dem Tieferspülen von Verunreinigungen zur Folge hat.

II. Verhalten der Stoffe in der Durchgangszone des Bodens.

Die mittleren Bodenschichten, welche zwischen der Verdunstungszone und der Grundwasserschichte gelegen sind, können niemals wasserärmer oder trockner werden, als der vollkommen benetzte Boden im gesättigten Zustande Wasser aufzunehmen vermag, d. h. soviel als die wasserhaltende Kraft des Bodens beträgt.

In dem Leipziger Diluvium wurde diese Wassermenge an verschiedenen Stellen zu 147—374 Liter Wasser pro 1^{cbm} Boden gefunden.

Im natürlichen Boden treffen also die von oben eindringenden Verunreinigungen mit dem reichen Wasservorrathe dieser Schichten zusammen.

In den nachfolgenden Versuchen wurden die Bedingungen genau so angeordnet, wie sie in der Durchgangszone der natürlichen Erdschichten bestehen und es genügten, wie die Resultate lehren werden, bereits 1^{m} tiefe Bodenschichten, um das principiell wichtige Verhalten der eindringenden Stoffe darzuthun.

Der Versuchsboden kam in Blechrohre von je 1^{m} Länge und $16{,}7^{qcm}$ Querschnitt. An das untere Ende derselben war

Digitized by Google

ein feines Drahtgitter gelöthet, und über dasselbe ein kreisrundes Stück Gaze gelegt, so dass keine Erdtheilchen durchfallen konnten.

Zur Bodenfüllung diente rein weisser und völlig thonfreier Quarzsand, wie ihn unser Diluvium bietet. Nur wurde der Sand, um ganz gleichartige Versuchsbedingungen zu schaffen, nach der Grösse geschieden, so dass Rohr I Sand erhielt, dessen Körner einen Durchmesser von 0,5—1,0 mm hatten, während in das Rohr II Sand von 0,3—0,5 mm Korndurchmesser kam. Das specifische Gewicht der Sandproben wurde mit dem Piknometer bestimmt und ergab für beide Sorten 2,66.

Um nun das physikalische Verhalten der Sandproben, ihr Porenvolumen zu ermitteln, waren folgende Unterlagen gegeben.

Das Volumen der beiden Blechrohre war bekannt, sie wurden leer und dann mit dem vorher getrockneten und tüchtig eingeschüttelten Sande wieder gewogen. Aus dem Gewichte des Sandes und seinem spec. Gewichte ergab sich das absolute Volumen des trocknen Sandes, sowie das Volumen der vorhandenen freien Zwischenräume.

Dann wurde auf beide senkrecht stehende Bodenrohre wiederholt und reichlich destillirtes Wasser aufgegossen und so lange gewartet, bis kein Tropfen mehr unten abfloss. Die hierauf bestimmte Gewichtszunahme der beiden Bodenrohre ergab endlich die Menge des vom Sande capillär zurückbehaltenen Wassers.

Die folgende Tabelle zeigt die absoluten Werthe und die Berechnung auf je 100 Vol. Sand.

	Rohr I Sand 0,5—1,0 mm	Rohr II Sand 0,3—0,5 mm	1000 Vol. Sand	
			Rohr I	Rohr II
Rohrvolumen in ccm	1637	1637	1000	1000
Trockne Sandfüllung in grm	2759	2724	1685	1663
Volumen des trocknen Sandes in ccm	1036	1024	633	625
Freies Porenvolumen in ccm . . .	601	613	367	375
Capillarwasser in grm	182	309	111	182
Lufthaltiger Raum in ccm	418	304	256	193

Digitized by Google

Trotz der ungleichen Korngrösse hatte die trockne Sandfüllung in beiden Röhren nahezu dasselbe Gewicht ergeben.

Rohr I enthielt 601 ccm freies Porenvolumen, in welchen nach Benetzung 182 g Wasser zurückbehalten waren.

In Rohr II befanden sich bei 613 ccm Porenvolumen 309 g Capillärwasser.

Für beide Bodensorten waren also die Verhältnisse hergestellt, wie sie in den mittleren Schichten des natürlichen Bodens stets vorhanden sind und in der oberen sog. Verdunstungszone durch Niederschläge erst geschaffen sein müssen, um überhaupt Stoffe tiefer gelangen zu lassen.

In diesem mit Wasser gesättigtem Zustande bewirkt, wie ich früher dargelegt habe[1]), jeder weitere Zufluss von oben, sei er gross oder klein, dass eine genau ebenso grosse Menge Wasser aus dem Boden abfliesst, während das Wasserquantum, welches der Boden vorher enthält, also im obigen Falle 182 g resp. 309 g Wasser als gewissermaassen eiserner Bestand erhalten bleibt.

Um zu prüfen, in welche Wechselbeziehungen die von oben einsickernden Verunreinigungen mit dem im Boden schon vorhandenen Capillarwasser treten, wie sie durch den Boden wandern und aus demselben entfernt werden, wählte ich zum erstmaligen Aufgiessen eine Kochsalzlösung von bekanntem Gehalte. Dieselbe bietet die Vortheile, dass sie weder vom Boden chemisch verändert noch von ihm absorbirt wird und sich endlich ebenso rasch wie genau quantitativ bestimmen lässt.

Von einer Lösung, welche in 100 ccm Flüssigkeit 1,008 g Kochsalz enthielt, wurden 50 ccm in langsamem Strahle auf jedes der beiden Bodenröhren aufgeträufelt, so dass sich die obere Fläche möglichst gleichmässig wie bei einem Regen benetzte. Das aus den Röhren unten abfliessende Wasser gelangte in einen trocknen und vorher gewogenen Kolben.

Die folgenden Tage hindurch, nachdem das Kochsalz aufgegeben war, wurde dann stets in Fristen von je 24 Stunden die gleiche Menge destillirtes Wasser (50 ccm) aufgegossen, die Abfluss-

1) Hofmann, Archiv f. Hygiene 1883 Bd. 1 S. 301.

Digitized by Google

menge täglich gewogen und die in ihr vorhandene Kochsalzmenge mit Silber titrirt.

Die Vorgänge entsprachen also den Verhältnissen, dass auf die reine, 1^{m} mächtige Bodenlage eine einmalige Verunreinigung kam und dann durch täglich gleich grosse Regenmengen in die Tiefe gespült wurde.

Nachdem das Kochsalz im Abflusse der beiden Röhren verschwunden war, wurden nunmehr wieder auf den noch durchfeuchteten Boden je 50^{ccm} Kochsalzlösung aufgegeben und so ein Controlversuch unmittelbar angeschlossen.

Während des Zeitraumes von 24 Stunden war der Durchfluss längst beendet. Diese Frist wurde nur darum gewählt, damit die aufgebrachte Kochsalzlösung hinreichend Zeit fände, sich mit dem im Boden vorhandenen Capillarwasser zu vermischen und durch Diffusion in die Poren des Erdreiches zu vertheilen. Hierbei war aber nicht zu umgehen, dass während der 24 Stunden etwas Wasser sowohl von der Oberfläche der Bodenröhre wie auch aus dem Auffanggefässe zur Verdunstung kam und somit die aufgegebenen 50^{ccm} Flüssigkeit nicht vollständig wieder erhalten wurden. Der Verlust, welcher abhängig von der gerade herrschenden Aussentemperatur und dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft wechselte, betraf jedoch nur das Wasser, während die in demselben enthaltenen Kochsalzmengen vollständig erhalten werden mussten.

Die Versuchsresultate lehrt folgende Tabelle, welche die Angaben enthält:

a) wieviel Kochsalz täglich von der einmal aufgegebenen Menge von $0{,}504^{g}$ ClNa aus den Bodenröhren gespült wurde,

b) wie concentrirt der jedesmalige Abfluss unten war, wenn die erhaltene Kochsalzmenge auf gleiche Mengen Flüssigkeit, nämlich 100^{ccm}, berechnet wird.

In den beiden Controlversuchen besteht eine Uebereinstimmung der Ergebnisse, soweit sie bei so verschiedenartigen Objecten zu erwarten ist.

Es wird sich der besseren Uebersicht wegen empfehlen, die beiden Versuchsreihen nach ihren Mittelwerthen zusammenzufassen

Digitized by Google

und zwar zunächst mit der Fragestellung, welchen Einfluss das im Boden vorhandene Wasser auf die Verdünnung der eindringenden Verunreinigungen übt.

Versuchstag	Aufgegossen	Aus Sand I abgeflossen			Aus Sand II abgeflossen		
		Flüssigkeit g	100 ccm Ausfluss = mg ClNa	Ausgespülte ClNa Menge = mg	Flüssigkeit g	100 ccm Ausfluss = mg ClNa	Ausgespülte ClNa Menge = mg
1	50 ccm mit ClNa 0,504 g	49,5	0	0	48,3	0	0
2	50 ccm dest. Wasser	47,1	51	24	46,0	0	0
3	50 » » »	44,8	402	180	48,8	0	0
4	50 » » »	47,8	243	116	47,5	0	0
5	50 » » »	50,2	171	86	50,0	0	0
6	50 » » »	43,6	162	71	47,7	143	69
7	50 » » »	49,2	45	22	48,9	402	197
8	50 » » »	48,4	12	6	45,4	357	162
9	50 » » »	48,3	7	3	46,7	147	69
10	50 » » »	47,4	2	1	46,4	11	5
11	50 » » »	47,6	0	0	46,5	0	0
12	50 ccm mit ClNa 0,504 g	44,9	0	0	42,8	0	0
13	50 ccm dest. Wasser	46,9	47	22	44,7	0	0
14	50 » » »	48,4	363	176	44,6	0	0
15	50 » » »	46,4	255	119	41,7	0	0
16	50 » » »	42,6	189	80	43,0	0	0
17	50 » » »	46,7	139	65	42,8	78	33
18	50 » » »	49,1	54	26	46,2	393	181
19	50 » » »	47,6	18	9	46,5	432	201
20	50 » » »	47,6	6	3	45,6	162	74
21	50 » » »	47,2	2	1	44,6	32	14
22	50 » » »	47,5	0	0	43,7	0	0

Das eine Bodenrohr enthält 182 g Capillarwasser, das andere mit dem feineren Sande 309 g destillirtes Wasser. Da die aufgegebene Kochsalzmenge nur 50 ccm mit 0,504 g Kochsalz betrug, kamen diese in dem ersten Falle zu 3,6 mal soviel reinem Wasser, in dem zweiten Falle zu 6,1 mal soviel Wasser und hätte somit die Kochsalzlösung in dem wasserreichen Boden II eine grössere

Digitized by Google

Verdünnung erfahren müssen als in dem Boden I, um so mehr als täglich wieder 50 ccm destillirtes Wasser aufgegeben wurden.

Doch ist dies nicht der Fall, wie die Concentration in dem Abflusse der Bodenröhren lehrt.

Es enthielten 100 ccm aufgegossene Kochsalzlösung 1,008 g ClNa, dagegen im Mittel der obigen beiden Versuche:

	100 ccm Abfluss = Milligramme ClNa bei Sand I	bei Sand II
am 1. Tage	0	0
» 2. »	49	0
» 3. »	382	0
» 4. »	249	0
» 5. »	180	0
» 6. »	150	110
» 7. »	49	397
» 8. »	15	393
» 9. »	6	154
» 10. »	2	22
» 11. »	0	0

Der Sandboden II, welcher doppelt soviel Capillarwasser enthält, macht die eindringende Verunreinigung nicht verdünnter als Sandboden I; im Gegentheil bleibt die Verunreinigung bei sonst völlig gleichen Bedingungen in dem dichtern und wasserreicheren Boden sogar absolut concentrirter.

Hätten sich die aufgegebenen 50 ccm Kochsalzlösung mit den 182 resp. 309 g Capillarwasser des Bodens gemischt, so wäre unten eine Lösung zum Abflusse gekommen, welche bei Sand I in 100 ccm Ausfluss 217 mg ClNa und bei Sand II in 100 ccm nur 140 mg ClNa enthalten hätte. Statt dessen war im ersten Falle die Lösung mit den höchsten Werthen von 382 und 249 mg, im zweiten Falle mit denen von 397 und 393 mg Kochsalz auf 100 ccm durch den Boden getreten, d. h. der Wasserreichthum im Boden übt keinen entsprechenden Einfluss auf die Verdünnung der von oben eindringenden Verunreinigungen.

Ungemein wichtig ist ferner der zeitliche Verlauf und die Art der Fortbewegung der Stoffe im Boden. Auch hier gebe ich für die beiden Bodensorten die Mittelwerthe der absoluten

Digitized by Google

Kochsalzmengen, wie sie jeden Tag durch Titrirung im Ausflusse gefunden wurden.

	Aufgegossen	Ausgetretene Kochsalzmenge = mg Sand I	Sand II
1. Tag	50 ccm mit 0,504 mg ClNa	0	0
2. »	50 » destillirtes Wasser	23	0
3. »	50 » » »	178	0
4. »	50 » » »	117	0
5. »	50 » » »	83	0
6. »	50 » » »	68	51
7. »	50 » » »	24	189
8. »	50 » » »	7	182
9. »	50 » » »	3	72
10. »	50 » » »	1	9
11. »	50 » » »	0	0

Die vorstehenden Versuchsresultate liefern einen sprechenden Beweis, wie sehr das Verbreitungsgebiet der Verunreinigungen im Boden von dessen Beschaffenheit abhängig ist, wie verschieden sich der Grad einer Brunnen- oder Grundwasserverunreinigung gestaltet.

Die beiden Versuchsboden hatten ein ganz gleiches Porenvolumen von 601 und 613 ccm Volumen, dieselbe Schichtenhöhe; die in gleicher Menge und Concentration aufgebrachte Verunreinigung wurde durch die gleichen Wassermengen in die Tiefe geführt, und trotzdem bestehen quantitativ und zeitlich die grössten Unterschiede, welche nur von der Art und der Weite der Bodenhohlräume bedingt sind.

In welchem Umfange hierbei die Unterschiede auftreten und zu welchen hygienisch wichtigen Folgerungen sie Anlass geben, mögen die nachstehenden Darlegungen zeigen, in welchen das Verhalten des grobporösen Bodens und des feinporösen Bodens getrennt behandelt wird, wobei auf Grund der Versuche eine für jeden Boden streng durchführbare Charakteristik gegeben werden soll, welcher Boden vom sanitären Standpunkte aus als grob- resp. feinporös zu bezeichnen ist.

Denn ein Boden mit groben Steinen oder Kies ist noch keineswegs als grobporös im hygienischen Sinne zu bezeichnen, und umgekehrt hat der Versuchssand I, dessen Körner nur einen

Digitized by Google

gleichmässigen Durchmesser bis ca. 1 mm besassen, die Eigenschaften des grobporösen Bodens.

A. Das Eindringen von Stoffen in »grobporösen« Boden.

Zunächst sehen wir, dass die Zuflüsse in einem grobporösen Boden sehr schnell in die Tiefe gelangen, wenn auch seine Zwischenräume mit Wasser gesättigt sind.

In dem gröberen und leichter filtrirenden Versuchsboden I war das Kochsalz schon den zweiten Tag bis zur Tiefe von 1 m vorgedrungen, die abfliessende Lösung erreichte bereits am dritten Tage die grösste Concentration, wobei sogar nahezu 40% der aufgegebenen Kochsalzmenge ausgeflossen waren.

In dem dichteren Boden II erschien das Kochsalz im Ausflusse erst am sechsten Tage, also 4 Tage später, wie im Boden I.

Als am sechsten Tage Kochsalz zum ersten Male in dem Ausflusse des feinporösen Bodens in geringer Menge (49 mg) auftrat, waren in dem grobporösen Boden bereits 401 mg Kochsalz d. i. 79,5% des Kochsalzes abgeflossen.

Man hat also zu erwarten, dass in jedem grobporösen Boden die Zuflüsse von oben in relativ kurzer Zeit bis zum Grundwasser gelangen uud dieses frühzeitig verunreinigen müssen.

Je weiter die Poren eines Bodens sind, um so geringer ist seine filtrirende Wirkung, um so leichter werden dann nicht nur die gelösten Stoffe, sondern auch Gebilde von der Kleinheit der Mikroorganismen und ihrer Dauerzustände, schädlicher wie unschädlicher Art, durch die Zwischenräume geführt werden. Nicht minder werden innerhalb eines solchen Bodens Keime eine ausgedehnte und rasche Verbreitung finden und hierdurch in kurzer Frist zu weitgehender Aussaat im Boden selbst gelangen.

Bei Versuch I war sozusagen der Boden schon am zweiten Tage von oben bis unten inficirt.

Der grobporöse Boden ist also doppelt gefährlich, da einerseits sehr grosse Flächen mit einem Male von üppigen Kulturen bedeckt werden können und andrerseits die grösseren lufthaltigen Zwischenräume eines solchen Bodens das Austrocknen, Losreissen

Digitized by Google

und Ausströmen der entwickelten Keime ungleich mehr begünstigen, als dies in dichtem, feinporösem Boden der Fall ist.

Die in Versuch I mitgetheilten Beobachtungen lehren ferner, dass die Verunreinigungen in einem grobporösen Boden trotz des raschen Eindringens auffallend lange nachhalten. Die Annahme, ein Boden, welcher die Stoffe rasch einsinken lässt, müsste auch in kürzerer Zeit wieder auszuwaschen sein, ist somit nicht zutreffend.

In dem durchlässigen und weniger wasserhaltenden Boden I dauerte es 9 Tage, während welchen noch von der einmaligen Verunreinigung her stets Kochsalz im untern Ausflusse enthalten war; in dem dichteren und wasserreicheren Boden II nur 5 Tage.

Da täglich 50^{ccm} destillirtes Wasser aufgegeben wurden, so trat das Kochsalz bei Boden I in einer Flüssigkeitsmenge von 450^{ccm}, bei Boden II nur in einer Flüssigkeitsmenge von 250^{ccm} aus dem Bereiche des 1^{m} tiefen Bodens. Die absolute Menge Kochsalz betrug in beiden Fällen 504^{mg}, so dass der Ausfluss des wasserarmen Bodens I im Durchschnittswerthe nur mit 112^{mg} ClNa in 100^{ccm} und der des wasserreichen Bodens II jedoch concentrirter mit 202^{mg} ClNa in 100^{ccm} in ein Grundwasser gelangt wäre, welches den beiden Boden in 1^{m} Tiefe angestanden hätte.

In einem grobporösen Boden erreicht somit die Brunnenverunreinigung durchschnittlich einen geringeren Grad, und zwar nicht bloss aus dem Grunde, weil sich in ihm ein rascher fliessender Grundwasserstrom bewegen und die eingetretenen Verunreinigungen schneller seitlich entführen wird, sondern weil auch die Zuflüsse von oben her (gleiche Mengen und Concentration des Zuflusses vorausgesetzt wie in dichterem Boden) im Mittel der Zeit verdünnter zum Grundwasser gelangen.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass die Brunnen in Gegenden mit stärker durchlässigem Boden im allgemeinen ein reineres Wasser führen, z. B. in dem Gebiete des Alpengerölles der bayerischen Hochebene. Dasselbe ist in Leipzig zu beobachten, aber nur in den Strecken, wo durch die geologischen Unter-

Digitized by Google

suchungen von Credner[1]) breite Flussthäler der früheren, präglacialen Mulde und Pleisse mit ihren groben Flussschottern nachgewiesen wurde.

Selbstverständlich kann man nicht annehmen, dass in Leipzig gerade nur da, wo Stadttheile auf dem durchlässigeren Boden stehen, sich scharf abgegrenzt, weniger Verunreinigungen in die Tiefe ergiessen, als in dem übrigen Stadtgebiete mit dichterem Untergrunde.

Die Ursache, welche in dem grobporösen Boden veranlasst, dass die Stoffe einerseits rasch in die Tiefe gelangen und andrerseits langsamer aus ihm entfernt werden können, liegt nur in der ungleichen Wirkungsweise der Capillaren dieses Bodens. Offenbar hat man in jedem grobporösen Boden zwei Systeme von Zwischenräumen, welche die Fortbewegung von Flüssigkeiten und darin vertheilten Stoffen in direct entgegengesetztem Sinne beeinflussen.

Durch die Lagerung der verschiedenartig gestalteten Steine und Sande bilden sich einmal Zwischenräume von solcher Weite, dass in ihm Flüssigkeiten nicht mehr capillar festgehalten werden.

Es entsteht so ein System von Hauptstrassen, welche die von oben eindringenden Flüssigkeiten wie in direct offenen Kanälen rasch in die Tiefe fallen lassen. Die Reibungswiderstände, welche in diesen weiten Zwischenräumen das sofortige Abfliessen aufhalten könnten, kommen nur unbedeutend zur Geltung und so tritt eine Verzögerung und ein verspätetes Abfliessen hauptsächlich dadurch ein, dass die eindringende Flüssigkeit die Stein- und Kiesflächen benetzt und zum Theil durch die Oberflächenwirkung der benetzten Stellen festgehalten wird. In einem schon befeuchteten Boden wird diese Wirkung so schwach ausfallen, dass dann vorwiegend ein rasches Herabsinken der Stoffe erfolgt.

Ausser den weiteren Hohlräumen, deren Merkmal darin zu suchen ist, dass ihnen keine capillare Wirkung im Boden zukommt, sind aber in jedem grobporösen Boden feinere Capillaren in Form von Röhren wie von ganz feinen Flächenspalten vor-

---

1) Credner, H., Der Boden der Stadt Leipzig. 1883. Hinrich.

Digitized by Google

handen, erzeugt durch alle Berührungsstellen von Steinchen und Körnchen. Die wasserhaltende Kraft derselben hält Flüssigkeiten und die mit ihr eingeführten Stoffe zurück wie ein System von kleinen Staubehältern und aufsaugenden Ausbuchtungen. Von ihrer Anzahl hängt ab, welche Mengen Wasser ein grobporöser Boden ausser dem Benetzungswasser an den Flächen aufzunehmen vermag.

Die Stoffe und Flüssigkeiten, welche in diesen feinen Capillaren festgehalten werden, sind hierdurch den Hauptwegen der einsinkenden Flüssigkeiten entrückt und gehen nur langsam wieder durch mechanisch wirkende Seitenwirbel oder durch Diffusion in die weiteren Bahnen über, auf denen sie rasch abwärts geführt werden.

Infolge der gleichzeitigen Wirkung dieses doppelten Systems von Hohlräumen kömmt es, dass im grobporösen Boden, wie der früher mitgetheilte Versuch lehrt, die einmalige Verunreinigung zwar sehr schnell den Boden durchsetzt, dann aber langsam und erst nach achtmaligem Aufgeben von Wasser vollständig entfernt werden konnte.

Aus den bisherigen Darstellungen ergibt sich ferner, dass der grobporöse Boden selbst wegen des leichteren Durchtretens von Flüssigkeiten relativ nie so hochgradig verunreinigt sein wird, wie ein dichter Boden.

In den Versuchen bestund die Sandfüllung der beiden Bodenröhren aus je 1637 ^{ccm} Volumen, auf welche 504 ^{mg} Kochsalz aufgegeben wurden. Da der tägliche Abfluss an Kochsalz genau bestimmt wurde, berechnet sich, welche Menge des verunreinigenden Stoffes, hier Kochsalz, in der 1 ^{m} tiefen Bodenschichte täglich noch vorhanden war. Die chemische Untersuchung einer richtig entnommenen Mischprobe des Bodens bis 1 ^{m} Tiefe würde dasselbe Resultat ergeben haben.

Stellt man die absoluten Mengen Kochsalz, wie sie täglich in dem gröberen Sand I und in dem feineren Sand II bei den sonst gleichen Versuchsbedingungen im Boden vorkamen, einander gegenüber, so erhält man folgendes Resultat:

Digitized by Google

	Absoluter ClNa-Gehalt des Bodens (= mg)	
	im Sand I	im Sand II
Am 1. Tage	504	504
» 2. »	481	504
» 3. »	303	504
» 4. »	186	504
» 5. »	103	504
» 6. »	35	453
» 7. »	11	264

In dem grobporösen Boden war der Kochsalzgehalt am fünften Tage auf 103 mg herabgesunken, während der dichtere Boden in diesem langen Zeitraume noch die ganze ursprüngliche Kochsalzmenge enthielt.

Der sanitäre Vortheil, welcher vielleicht darin gefunden werden könnte, dass der grobporöse Boden einen relativ höhern Grad von Reinheit besitzt oder wenigstens bald annimmt, ist gleichwohl nur ein scheinbarer. Denn die Reinheit bezieht sich nur auf die gelösten Stoffe. Soweit Mikroorganismen in die Tiefe gespült wurden, lagern sie sich weniger in den grossen Hohlräumen, sondern werden sich besonders in den feineren Capillaren und Zwischenräumen einnisten.

Aus ihnen vermag das von oben eindringende reinere Wasser wohl die gelösten Stoffe durch schwache Seitenströme und infolge von Diffusionsvorgängen aufzunehmen und weiter zu führen, während die Pilzwucherungen ihren Standpunkt in den feineren Seitencapillaren viel hartnäckiger behaupten.

Ein grobporöser Boden bleibt also durch einmal eingedrungene Mikroorganismen länger inficirt, ja infolge des leichteren Flüssigkeitswechsels, der ungleichen Concentrationen in den weiteren und engeren Zwischenräumen, des günstigeren Gasaustausches und Luftzutrittes wird gerade in diesem Boden die Wahrscheinlichkeit zunehmen, dass sich wenigstens stellenweise die geeignetsten Culturbedingungen für verschiedenartige und auch pathogene Pilze vorfinden.

Digitized by Google

B. Das Eindringen von Stoffen in »feinporösen« Boden.

Alle vorerwähnten Verhältnisse, welche den grobporösen Boden in hervorragendem Maasse geeignet machen, Verunreinigungen und Organismen rasch auf weite Bezirke zu verbreiten und deren Festhalten resp. Austreten zu begünstigen, fehlen bei dichterem Boden gänzlich oder treten nur ganz abgeschwächt auf.

Unter feinporös verstehe ich jene Beschaffenheit des Bodens, bei welcher alle vorhandenen Zwischenräume einen so geringen Durchmesser besitzen, dass sie Flüssigkeiten capillar ansaugen und festhalten können.

Es gilt dies nicht bloss für Bodenarten, deren Korngrösse so klein ist, dass sich bei beliebiger Anlagerung der Sandtheilchen nur feine Capillaren bilden, sondern auch für Boden aus ganz grobem Kies oder Geröll. Nur muss in diesem Falle so viel feinkörniges Material vorhanden sein, dass die weiten Hohlräume, welche die Steine bilden, durch die feinen und feinsten Sande vollkommen ausgefüllt werden und somit gleichfalls nur ausschliesslich feine Capillarräume bestehen bleiben.

Die Korngrössenbestimmung eines Bodens lässt also die Eigenschaft des fein- oder grobporösen Zustandes nicht im voraus erschliessen, ausser wenn die Erdtheilchen ohne Ausnahme den gleichen Durchmesser haben.

Da ich mit »feinporös« einen Boden bezeichne, dessen Zwischenräume sämmtlich im Stande sind, Wasser capillar zu binden, müsste der feinporöse Boden die Eigenschaft zeigen, dass nach vollkommenem Benetzen nunmehr alle Capillaren mit Wasser gefüllt sind und keine lufthaltigen Zwischenräume mehr übrig bleiben.

Gleichwohl wäre es irrig, die wasserhaltende Kraft eines Bodens als Maassstab dafür zu nehmen, ob in demselben neben eigentlichen Capillaren noch weitere nicht wasserhaltende Hohlräume vorhanden sind. In einem vollkommen und wiederholt benetzten Boden können noch sehr viele lufthaltende Räume bestehen bleiben, obgleich sämmtliche Poren hinreichend fein sind, Wasser capillar zu binden. Der Versuchsboden II enthält,

Digitized by Google

wie oben S. 150 gezeigt wurde, bei einem absoluten Porenvolumen von 37,5 % immer noch 19,3 Vol.-Proc. Lufträume, während die durch häufiges Benetzen mit Wasser ausfüllbaren Capillarräume nur 18,2 Vol.-Proc. betrugen.

Auch in dem allerfeinsten Boden erhalten sich nämlich reichlich Lufträume, wenn Flüssigkeiten von oben her eindringen, wie es ja auch unter den natürlichen Verhältnissen durch die meteorischen Niederschläge geschieht. Solche Luftbläschen werden sackartig abgeschlossen, indem in vorher wasserfreie Bodencapillaren gleichzeitig von rechts und von links Wasser zutritt.

Führt man einen Versuch in der Weise aus, dass man ein hohes Standglas aus reinem Glas mit feinem, möglichst gleichmässigem Sand füllt und dann die Oberfläche regenartig mit Wasser benetzt, so kann man an den trocknen Sandschichten im Glase direct sehen, wie das Wasser zunächst mit grosser Kraft und Geschwindigkeit von den Capillaren angesogen wird und die Luft gar nicht nach oben entweichen kann. Indem dann die Capillaren sich immer weiter mit Wasser füllen, drängen sie die Luft vor sich her und erzeugen schliesslich einen solchen Innendruck, dass die Luft unter Hebung des Erdreiches in grösseren Blasen nach oben ausbricht, sowie in seitliche Schichten verdrängt wird, während das Wasser in unregelmässigen Bahnen weiterdringt und die Widerstände der Luft zu überwinden sucht.

Luftbläschen, welche einmal allseitig von Wassercapillaren umschlossen sind, werden dann von der ganzen Kraft der Capillaritätswirkung festgehalten, sie verrücken ihre Stelle nicht mehr und können auch durch reichlichstes Durchströmen von Wasser nicht entfernt werden.

Von Renk[1]) wurde in sehr schönen Versuchen quantitativ nachgewiesen, dass die Benetzung des Bodens von unten her die Bodencapillaren reichlicher mit Wasser füllen lässt wie bei Benetzung von oben. Ersterer Vorgang, welcher dem Steigen des Grundwassers im Boden entspricht, erlaubt, dass die Luft nach

1) Renk, Zeitschr. f. Biologie (1879) Bd. 15 S. 232 ff.

Digitized by Google

aussen durch die noch offenen trocknen Poren leichter entweichen kann, aber auch unter diesen günstigsten Bedingungen bleibt ein nicht geringes Luftquantum in den Zwischenräumen eingeschlossen.

Die wasserhaltende Kraft oder die Wassercapacität vermag also wohl im allgemeinen ein Bild über die Capillargrösse des Bodens anzugeben, indem die Wassercapacität um so geringer ausfällt, je weiter die Zwischenräume sind, aber sie lässt nicht erkennen, in welchem Maasse ein Boden ausser den feinen Capillaren noch solche enthält, die vermöge ihrer Weite capillares Wasser überhaupt nicht binden — und von dieser Anordnung hängt wesentlich ab, wie und in welcher Zeit die Verunreinigung des Bodens und Grundwassers ablaufen wird.

Ich möchte hier noch auf ein wichtiges Verhalten des »feinporösen« Bodens hinweisen, welches auf das Eindringen von Stoffen bestimmend wirkt.

Ist ein feinporöser Boden einmal mit Wasser oder einer Lösung benetzt und gesättigt, so stehen die einzelnen Wassercapillaren trotz der da und dort eingesackten Luft im innigsten gegenseitigen Zusammenhange, denn die Bodencapillaren haben keine einfache, von einander isolirte Röhrengestalt, sondern erscheinen wie allseitig communicirende Wasserbläschen mit vielen spitzen Ausläufern. Im Zustande der Sättigung des Bodens hat die Flüssigkeit in den Capillaren einen Gleichgewichtszustand angenommen, welcher dadurch aufrecht erhalten wird, dass Wasserfaden an Wasserfaden steht und durch seine Capillarattraction den anderen hält. So besteht durch die Capillaren des Bodens ein allseitiges Spannungsverhältnis, wobei die Flüssigkeit zwar ruhend ist, aber unter einem Drucke sich befindet, welcher mit der Feinheit der Capillaren steigt.

Träufelt auf die Oberfläche eines solchen Bodens Wasser, so stört der geringe Ueberdruck von der Oberfläche her das Gleichgewicht des Wassers der Bodencapillaren in der obersten Zone und verdrängt das in ihnen stehende Wasser. Da aber alle Capillaren des benetzten feinporösen Bodens in wechselseitiger Spannung sich befinden, so pflanzt sich der Druck der

obersten Capillaren fort bis in die tiefen Schichten und das Endresultat ist, dass, wie bereits an früher mitgetheilten Versuchen[1]) experimentell nachgewiesen wurde, unabhängig von der Wassercapacität und den lufthaltenden Räumen genau so viel Wasser unten ausfliesst, als oben eingetreten ist.

Von der Feinheit der Capillaren und den hierdurch veranlassten Reibungswiderständen hängt nur die Zeit dieses Ausgleiches ab.

Der Versuch mit dem feinkörnigen Sande im Bodenrohre II lehrt nun, dass das Eindringen der gelösten Stoffe in den Boden unter auffallend geringer Vermischung mit dem schon vorhandenen Bodenwasser erfolgt.

Am ersten Tage wurden auf die Oberfläche des Bodens 50 ccm Kochsalzlösung aufgeträufelt. Mit Berücksichtigung des in 24 Stunden verdunsteten Wassers war die gleiche Menge ausgeflossen, enthielt jedoch keine Spur Kochsalz.

Am folgenden Tage wurden dann die 50 ccm Kochsalzlösung durch 50 ccm destillirtes Wasser tiefer gedrängt, der Ausfluss enthielt wieder kein Kochsalz — und so wurde 5 Tage lang verfahren, bis endlich am sechsten Versuchstage die ersten Mengen Kochsalz in der 1 m tiefen Bodenschichte angekommen waren.

Die Kochsalzlösung drückte also zunächst das reine Wasser im Boden vor sich her. In den folgenden Tagen wurde die Kochsalzlösung wieder durch das aufgebrachte reine Wasser weitergeschoben und rückte so Tag für Tag um eine Schichte weiter.

Der Zeitpunkt, an dem der Ausfluss der Kochsalzlösung beginnt, fällt nahe damit zusammen, als soviel Flüssigkeit aufgegeben war, wie der benetzte Boden enthielt.

Der Versuchsboden II hatte 309 g Wasser in den Capillarräumen festgehalten. Mit der Kochsalzlösung und dem nachfolgenden Wasser waren in 5 Tagen 250 ccm aufgegeben und ausgeflossen, ohne Beimischung von Kochsalz. Mit den 50 ccm Wasser des sechsten Tages, als auf den Boden 300 ccm Flüssigkeit gebracht waren, erschien Kochsalz in der Menge von 51 mg.

---

1) Hofmann, Fr., Archiv für Hygiene Bd. 1 S. 301.

Digitized by Google

Dieses Quantum befand sich in 5^{ccm} der ursprünglich aufgeträufelten Kochsalzlösung, so dass man annehmen kann, dass der erste kochsalzhaltende Ausfluss immerhin nur aus 5^{ccm} der Salzlösung und 45^{ccm} destillirtem Wasser bestund, d. h. von dem Tage an, als Kochsalzlösung auf den Boden kam, waren 295^{ccm} destillirtes Wasser ausgetreten.

Die Vermischung der Kochsalzlösung mit dem Capillarwasser des Bodens betraf also nur 5^{ccm} Kochsalzlösung, ein auffallend geringer Betrag, wenn man bedenkt, dass die Verdunstung aus dem Boden nicht verhindert wurde und die Lösung eine Wegstrecke von 1^{m} in der Frist von 6 Tagen zurücklegen musste.

Die Ergebnisse sind für die natürlichen Vorgänge im Boden ungemein wichtig und lauten:

In feinporösem Boden, dessen Poren derart sind, dass sämmtliche capillar wirken, finden eindringende Verunreinigungen eine beschränkte Verbreitung. Sie gelangen nur langsam, Schichte um Schichte tiefer, und zwar jedesmal in der Wegstrecke, in welcher sie durch das von oben nachdringende Wasser fortgeschoben werden.

Ein dem letzteren gleiches Volumen Wasser wird dann aus dem Boden unten abfliessen und in das Grundwasser treten.

In der senkrechten Lage des Bodens können abhängig von der jeweiligen Beschaffenheit und Zusammensetzung der früher eingedrungenen Flüssigkeiten abwechselnd reine und sehr verunreinigte Wasserschichten über einander stehen, so wie in dem nur 1^{m} tiefen Versuchsboden Kochsalzlösung und destillirtes Wasser über und unter einander stunden und Schichte um Schichte weitergeschoben wurden.

Endlich lässt sich aus der Zusammensetzung und Natur der von oben eindringenden Lösung kein Schluss ziehen auf die Beschaffenheit der Flüssigkeiten, welche **gleichzeitig** *in das Grundwasser gelangen.* Es kann z. B. *oben* eine jauchige Flüssigkeit ausgegossen sein. In dem feinporösen Boden verdrängt sie beim Einsickern die

unterste Capillarwasserschichte aus dem Boden, welche vielleicht gerade sehr rein ist. Ich erinnere hierbei an die mitgetheilten Versuche, bei welchen durch Aufgiessen einer 1 proc. Kochsalzlösung unten destillirtes Wasser zum Ausflusse kam.

C. Der zeitliche Verlauf des Eindringens von Stoffen in den »feinporösen« Boden.

Das bisher geschilderte Verhalten des feinporösen und grobporösen Bodens ist im Kleinen aus der Anordnung der beiden Versuchsboden abgeleitet. Die Resultate gewähren unbestritten den Ausgangspunkt, um überhaupt die Beziehungen des Bodens zu den eindringenden Verunreinigungen zu erkennen und nach ihrer Werthigkeit zu beurtheilen.

Bei hygienischen Fragen ist aber, wie ich glaube, wohl zu unterscheiden zwischen Laboratoriumsversuchen und solchen Vorgängen, wie sie die Natur, nicht gebunden an Zeit und Masse, einzuleiten vermag. Es war nun meine Absicht, das allgemeine Verhalten der unter den natürlichen Verhältnissen in den Boden eindringenden Stoffe durch besondere Beobachtungen kennen zu lernen.

Zu diesem Zwecke füllte ich grosse Thoncylinder von 20 und 30 ^{cm} Durchmesser und 1 ^{m} Höhe mit frisch aus dem Boden gegrabenem Erdreiche, stampfte es mässig fest und stellte das Ganze auf Untersätze von Zinkblech, von welchen die durch das Erdreich tretenden Flüssigkeiten in einem Seitenrohre abfliessen und aufgefangen werden konnten.

Auf die Oberfläche der Erdcylinder streute ich gleichmässig Kochsalz aus und brachte nun die Apparate ins Freie, so dass sie Wind und Wetter ausgesetzt blieben. Ich rechnete darauf, die Zeiten bestimmen zu können, in welchen das Kochsalz durch die Niederschläge tiefer gebracht und aus dem Boden gespült wäre.

Doch führten die Versuche zu keinem befriedigenden Resultate. Es stellte sich nämlich bald heraus, dass die Bodenrohre trotz ihrer Grösse und ihres reichen Erdvolumens zu sehr unter dem Einflusse der umgebenden Lufttemperatur und der seitlichen Sonnenbestrahlung stehen. Die Temperaturen in dem Versuchs-

Digitized by Google

erdreiche waren ungleich höher als sie in gleich beschaffenem Boden und in gleichem Abstande von der Oberfläche, aber bei natürlicher Lagerung beobachtet wurden.

Unter diesen Bedingungen musste somit die Verdunstung aus den Bodenröhren einen grösseren Werth erlangen, als dies bei den natürlichen Bedingungen der Bodenbenetzung der Fall ist, und folglich die Wassermengen, durch welche das Kochsalz in dem Versuchsboden tiefer gespült werden konnte, so gering ausfallen, dass die Vorgänge mit den im nebenstehenden natürlichen Boden nicht mehr vergleichbar wurden.

Ich gab deshalb die Versuche auf, da es bei Nachahmung der natürlichen Verhältnisse vor allem darauf ankömmt, dass die Ergebnisse nicht günstiger ausfallen, als es in Wirklichkeit möglich ist; denn abhängig von ganz zufälligen Temperatur- und Verdunstungseinflüssen wäre das Kochsalz viel langsamer in dem Boden fortbewegt worden.

Die früher mitgetheilten Versuche an den Bodenröhren I und II enthalten nun alle Unterlagen und Voraussetzungen, um den zeitlichen Verlauf des Eindringens von Verunreinigungen auch für den natürlichen Boden zu ermessen. Es wird dies um so mehr zulässig sein, wenn der Beweis erbracht ist, dass die quantitativ und zeitlich beobachteten Vorgänge in dem Versuchsboden als ein Optimum erscheinen, welches in der Regel im natürlichen aufgefüllten oder gewachsenen Boden nicht zu erwarten steht.

Es handelt sich also in folgendem, den Vergleich zwischen den Laboratoriumsversuchen und natürlichen Bodenverhältnissen zu ziehen.

Hierbei kommen vor allem die Unterschiede in der Durchlässigkeit des Versuchsbodens und des natürlichen Bodens in Betracht, und ich habe nachzuweisen, dass die gewählten Versuchssande trotz ihrer Feinheit das Durchtreten von Flüssigkeiten mehr erschweren, als dies sonst unter natürlichen Verhältnissen bei sandigem Boden mit gröberen Steinen der Fall ist.

Aus diesem Grunde bestimmte ich die Filtrationsgeschwindigkeit durch die 1^m hohe Schichte der beiden Versuchsboden. Mittels Heber liess ich aus einem Ueberlaufgefässe mit constantem

Digitized by Google

Niveau destillirtes Wasser so auf die Oberfläche der Bodenröhren fliessen, dass die einzelnen Steinchen eben mit Wasser bedeckt blieben und gleichzeitig durch den Heber soviel Wasser zutreten konnte, als aus dem Boden unten abfloss.

Der Versuch entsprach den Bedingungen, bei welchen es auf die Oberfläche gerade so stark regnet, als der Boden eben Wasser schlucken kann.

In dem Zeitraume von 20 Minuten filtrirten

durch den gröberen Sand I	736,4 g Wasser
» » feineren » II	93,8 » »

Der Querschnitt der filtrirenden Bodenfläche betrug in beiden Fällen 16,7 qcm, so dass sich auf 1 qm Boden und 1 m Tiefe eine Filtrationsgeschwindigkeit berechnet:

	Sand I	Sand II
In 1 Stunde	1323 Liter	168,6 Liter
In 24 Stunden	31752 »	4046 »

Die Durchlässigkeit der beiden Versuchsboden ist also nicht etwa gering, sondern im Vergleich zu den meisten natürlichen Bodenlagerungen, die grosse und kleine Steine und Kiese enthalten, sehr bedeutend.

Ein Quadratmeter des gröberen Sandes vermag innerhalb 24 Stunden 31752 Liter Wasser auf 1 m Tiefe zu filtriren. Die Wassermenge eines Liters auf den Quadratmeter entspricht nun genau 1 mm Regenhöhe, d. h. auf der Ebene des Versuchsbodens konnte die enorme Regenmenge von 31,75 m in 24 Stunden fallend vollkommen einsickern.

Aber auch der feinporöse Boden II besitzt eine Filtrationsfähigkeit, wie sie dem natürlichen Durchschnittsboden nicht zukommt. Boden II lässt pro Quadratmeter Fläche und 24 Stunden 4046 Liter entsprechend 4046 mm Regenhöhe durchtreten.

Die mittlere jährliche Höhe der Niederschläge für die Zeit 1866—1875 beträgt nach den Erhebungen von Bruhns[1]) 574 mm Regen.

1) Bruhns, Statistisches Jahrbuch für das Königreich Sachsen auf das Jahr 1877 S. 49. Dresden.

Digitized by Google

Der feinporöse Boden II wäre also im Stande, an einem einzigen Tage siebenmal soviel Wasser aufzunehmen, als in Leipzig durchschnittlich im Jahre niederfällt.

Selbst die sehr grossen jährlichen Regenmengen, welche Humboldt[1]) von Hindustan zu 3247^{mm} angibt, wären in den feinporösen Versuchsboden an einem Tage eingetreten.

Nach Lapschin[2]) fiel im Jahre 1869 zu Odessa während 50 Minuten ein Wolkenbruch, der in dieser Zeit 70^{mm} Regen gab und eine grosse Ueberschwemmung verursachte. Wäre dieser Wolkenbruch auf den feinporösen Versuchsboden II niedergegangen und hätte statt 50 Minuten ununterbrochen 24 Stunden in gleicher Heftigkeit gedauert, so hätte der feine Versuchsboden noch um 2030^{mm} Regen mehr in seine Poren eindringen lassen, ohne die Gefahren einer Ueberschwemmung zu bewirken.

Hierbei ist zu bemerken, dass die Filtration in dem Versuchsboden nur durch einen Theil der vorhandenen Capillaren stattfand, denn von den 375^{ccm} freien Porenvolumen des Bodens waren 193^{ccm} Volumen durch festgehaltene Luftbläschen ausgefüllt und nur 182 dem Capillarwasser zugänglich.

Man kann also sicher annehmen, dass der von mir ausgewählte feinporöse Versuchsboden durchaus nicht zu den schwer durchlässigen gehörte und aus dem Grund Veranlassung gab, dass die aufgebrachte Kochsalzmenge nur ruckweise und sich mit dem vorhandenen destillirten Wasser auffallend wenig vermischend erst am sechsten Tage den Boden durchsetzte.

Der Schluss scheint mir vollständig gerechtfertigt, dass sich ein natürlich lagernder Boden gegenüber eindringenden Stoffen genau ebenso verhalten muss, wenn er dieselbe Grösse oder eine noch feinere Anordnung der Capillaren besitzt, also auch eine noch geringere Filtrationsfähigkeit besitzt, wie der verwendete feinporöse Versuchsboden.

Auch in dem dichten gewachsenen Boden, wie er in vielen Fällen des Diluviums oder der Alluvionen durch Verschlammen

---

1) Humboldt, Kosmos Bd. 1 S. 485.

2) Lapschin, Wolkenbruch zu Odessa. Jelinek's N. Zeitschr. f. Meteorologie Bd. 4 S. 391.

Digitized by Google

der gröberen Hohlräume mit feineren und feinsten Sanden oder Thontheilchen entsteht, werden aufgebrachte Verunreinigungen nur ruckweise durch nachdrückendes Wasser nach abwärts geführt.

Die Zeit, in welcher dieselben in eine bestimmte Bodentiefe oder in das Grundwasser gelangen, hängt in diesen Fällen nur von der Menge des von oben eindringenden Wassers und des aus dem Boden zu verdrängenden Wassers ab.

Kennt man die wasserhaltende Kraft der einzelnen Bodenschichten und die versickernde Regenmenge, so lässt sich für den feinporösen Boden direct berechnen, in wie viel Tagen, Wochen oder Monaten eine Verunreinigung in dem Grundwasser ankommen wird.

Verwenden wir zur Prüfung des zeitlichen Vorganges der Tieferspülung zunächst wieder die Ergebnisse an dem Versuchsboden, so ist davon auszugehen, dass auf die $16{,}7^{qcm}$ grosse Oberfläche zunächst 50^{ccm} Kochsalzlösung und in der Folge 50^{ccm} destillirtes Wasser aufgegeben wurden.

Da die Kochsalzlösung 504^{mg} Cl Na enthielt, stehen sie, übertragen auf 1^{qm} Bodenfläche, einer Verunreinigung von 302^{g} Kochsalz gleich, d. i. soviel als wenn der Tagesharn von ca. 20 erwachsenen Menschen auf 1^{qm} Bodenfläche gegeben wäre.

Die Verunreinigung erscheint also gegenüber den gewöhnlichen Vorgängen sehr hochgradig.

Nicht minder gilt dies für die täglich aufgegebenen Wassermengen. Ich wählte 50^{ccm} Wasser, weil sie mir eine hinreichende Menge Filtrat lieferten, um den Abfluss zu wägen und das vorhandene Kochsalz mit Sicherheit zu bestimmen. Die 50^{ccm} Wasser übersteigen aber jegliches Maass der meteorischen Niederschläge, welche für gewöhnlich in unseren Breitegraden dem Boden zugeführt werden — sie entsprechen einer täglichen Regenmenge von 30^{mm} Höhe oder 30 Liter Wasser auf 1^{qm} Bodenfläche.

Gesetzt, der Wasserzufluss wäre nicht aus der Pipette, sondern durch Regen erfolgt, so erhält man folgendes Bild. Auf den grobporösen Boden werden pro Quadratmeter 30 Liter Harn oder Jauche gegossen. Sie verdrängen wohl das vorher

Digitized by Google

im Boden vorhandene Wasser, gelangen aber noch nicht 1 m tief. Erst als den nächsten Tag 30 Liter Regen auffallen, kommt die Verunreinigung in 1 m Tiefe an, aber nicht die ganze Menge, sondern von den gesammten in Wasser löslichen Stoffen nur 4,5 %.

Sehen wir von undichten Schleusen- oder Abortsanlagen ab, so werden die Verunreinigungen in der Regel nicht in so reichliche Flüssigkeitsmengen vertheilt auf die Bodenoberfläche gebracht. Darmentleerungen, Sputa, direct von der Oberfläche ausgehend, hätten dann 60 mm Regen nothwendig gehabt, um in dem grobporösen Boden auf 1 m Tiefe zu gelangen.

Der zeitliche Vorgang des Eindringens von Stoffen in feinporösen Boden verläuft unverhältnismässig langsamer. Bei dem Versuchsboden II waren 6 Tage mit je 50 ccm Wasser nothwendig, um Kochsalz von der Oberfläche 1 m tief zu bringen, entsprechend 130 mm Regenhöhe.

Nun beträgt für Leipzig die durchschnittliche Regenmenge im Jahre 574 mm oder durchschnittlich im Tage 1,57 mm.

Wäre also das Versuchsrohr II im Freien gestanden und die mittlere Tagesregenmenge ohne jegliche Verdunstung ausschliesslich in den Boden gedrungen, so würde das Kochsalz erst nach 82,8 Tagen oder fast nach 3 Monaten in 1 m Tiefe gekommen sein.

Die Annahme, dass eine Verunreinigung der Bodenoberfläche rasch zur Infection des Grund- und Brunnenwassers führen müsse, ist für den feinporösen Boden keineswegs zulässig, da, wie der Versuch lehrt, darüber Monate verstreichen können.

In diesem Sinne halte ich die bisherigen Versuchsergebnisse für ungemein wichtig, denn sie zwingen in jedem praktischen Falle der Bodenverunreinigung zur Fragestellung, in welcher Zeit kann die stattgefundene Verunreinigung sich im Brunnenwasser überhaupt bemerklich machen und ferner wie lange müssen z. B. pathogene Pilze im Boden unterwegs bleiben, bis sie endlich im Grundwasser anlangen werden.

Die Versuche an dem feinporösen Boden lehren, dass unter Ausserachtlassung von Diffusionsvorgängen klare Lösungen und

Digitized by Google

jedenfalls alle organisirten Gebilde, soweit sie in den Poren nicht zurückbehalten werden, nur in der Wegstrecke und dem Zeitmaasse tiefer treten, als das im Boden schon vorhandene Wasser von oben her verdrängt wird.

Gleiche Regenmengen vorausgesetzt, hängt also das Eindringen von Stoffen in den feinporösen Boden davon ab, wie viel Capillarwasser aus demselben zu verdrängen ist; oder die absolute Menge des im feinporösen Boden vorhandenen Wassers ist bestimmend für zeitlichen Vorgang des Eindringens. Sowie in dem Versuchsboden, welcher auf 1^{m} Tiefe 309^{g} Wasser enthielt, auch nahezu 300^{g} Wasser nothwendig waren, das Kochsalz tiefer zu führen, so werden in einem feinporösen natürlichen Boden z. B. mit 300 Liter Capillarwasser in einem Cubikmeter auch ca. 300 Liter pro Quadratmeter eindringendes Wasser erforderlich sein, um die Wirkung des Transportes im Umfange des Cubikmeters Erde hervorzurufen und die neu eindringenden Stoffe an Stelle der vorher in den Capillarräumen vorhandenen zu setzen.

Es wird sich somit aus der im dichten Boden vorhandenen Wassermenge und dem Regenquantum wenigstens annähernd berechnen lassen, in welcher Zeit und wie tief Stoffe in dem Boden vorgedrungen sein können.

Ich wähle als Beispiel der natürlichen Verhältnisse die Wassermengen, welche ich in den einzelnen Schichten des noch nicht zu Gräbern benutzten Friedhofareals[1]) zu Leipzig gefunden habe. Das Erdreich bestund aus Diluviallehm, besass also sicher alle Eigenschaften des feinporösen Bodens.

Bis zur Tiefe von 3^{m} enthielt der Boden im Mittel von 16 Einzelbestimmungen 726 Liter Wasser pro Quadratmeter Oberfläche.

Unter Abrechnung jeglicher Wasserverdunstung vom Boden müssen also sehr annähernd 726 Liter Wasser eindringen, um Stoffe von oben bis zur Tiefe von 3^{m} zu bringen.

1) Hofmann, Archiv f. Hygiene Bd. 1 S. 297.

Digitized by Google

Wir haben weiter zu fragen, in welcher Zeit diese Wassermenge dem Boden durch die meteorischen Niederschläge übergeben wird.

Nach dem Durchschnitte der auf der Leipziger meteorologischen Station[1]) genau beobachteten 10 Jahre von 1866—1875 erreichten die Regenmengen, welche im Mittel der einzelnen Monate fielen, folgende Grössen, wobei ich zugleich die mittleren Tageswerthe angebe, da sich hieraus das tägliche Eindringen und Vorrücken von Stoffen im Boden beurtheilen lässt.

Niederschlagsmengen in Leipzig.

	Mittel pro Monat mm	Mittel pro Tag mm
Januar	32,51	1,05
Februar	33,48	1,19
März	41,85	1,35
April	48,52	1,62
Mai	52,68	1,70
Juni	64,60	2,15
Juli	68,58	2,21
August	52,84	1,70
September	33,06	1,10
October	47,18	1,52
November	51,31	1,71
December	47,76	1,54
Jahr	574,37	1,57

Die absolute Grösse des Regens ist also nicht bedeutend und während die mittleren Schwankungen in den einzelnen Monaten nur um das Doppelte auseinandergehen, ist zu bemerken, dass die durchschnittliche Zahl der Tage mit Niederschlägen eine sehr häufige ist und im Jahre 194 Tage beträgt.

Würde von dem niederfallenden Regen keine Spur verdampfen, so würden, nach dem Jahresmittel berechnet, täglich 1,57 Liter Wasser, in den regenarmen Monaten nur 1,05 Liter, in den regenreichen bis 2,21 Liter Wasser auf jeden Quadratmeter Bodenfläche eindringen, und wir können hieraus und aus dem absoluten Wassergehalte der einzelnen Bodenschichten berechnen,

1) Bruhns, Statistisches Jahrbuch für das Königreich Sachsen auf das Jahr 1877 S. 50 ff. Dresden.

Digitized by Google

in welcher Zeit Stoffe in den feinporösen Boden tiefer geführt werden.

Ich nehme hierbei an, dass die Verunreinigungen am 1. Januar auf die Oberfläche von 1^{qm} Boden gebracht sind und nun durch die monatlichen absoluten Regenmengen ohne jegliche Verdunstung tiefer geführt werden. Da die Bodenschichten ungleichen Wassergehalt enthielten, wird die Fortbewegung in der wasserreicheren Bodenlage langsamer erfolgen wie in der Bodenschichte mit geringerem Wassergehalte. Ich kennzeichne den zeitlichen Verlauf des Eindringens und Verdrängens in nachstehender Tabelle, aus welcher die Details leicht verständlich sind.

Friedhofsboden Schichten-Tiefe Meter	Pro qm daselbst zu verdrängendes Wasser Liter	Pro qm zugeführtes Regenwasser Liter	Zeitperiode für diese Regenmenge	Anzahl der Tage	Summe des Regens Liter	Summe der erforderlichen Tage
0—0,5	132	32,51 33,48 41,85 24,16	1.—31. Januar 1.—28. Februar 1.—31. März 1.—15. April	31 28 31 14,9	132	104,9
0,5—1,0	127	24,36 52,68 49,96	15.—30. April 1.—31. Mai 1.—23. Juni	15,1 31 23,2	127	69,3
1,0—1,5	132	14,64 68,58 48,78	23.—30. Juni 1.—31. Juli 1.—29. August	6,8 31 28,6	132	66,4
1,5—2,0	124	4,06 33,06 47,18 39,70	29.—31. August 1.—30. Septbr. 1.—31. Octbr. 1.—23. Novbr.	2,4 30 31 23,2	124	86,6
2,0—2,5	107	11,61 47,76 32,51 15,12	23.—30. Novbr. 1.—31. Decbr. 1.—31. Januar 1.—16. Februar	6,8 31 31 15,5	107	84,3
2,5—3,0	104	18,36 41,85 43,79	16.—28. Februar 1.—31. März 1.—27. April	12,5 31 27,1	104	70,6
0—3,0	726	726,00	1. Jan.—31. Dec. u. 1. Jan.—27. Apr.			482,6

Digitized by Google

Stoffe, welche auf die Oberfläche des feinporösen Friedhofbodens gebracht werden und so leicht und ohne Hindernis durch die Poren wandern wie eine klare Kochsalzlösung, werden also im allergünstigsten Falle, d. h. wenn alle Niederschläge in den Boden eindringen würden, 3½ Monate brauchen, um $0{,}5^m$ tief zu gelangen, in einem halben Jahre sind sie 1^m tief und nach 8 Monaten kommen sie bei $1{,}5^m$ an, wo die durchschnittliche Grabestiefe beginnt.

Aber erst nach 1 Jahr und 4 Monaten ist die eingedrungene Flüssigkeit bei $3{,}0^m$ angelangt.

Der Boden des Friedhofes besitzt jedenfalls infolge der starken Pressungen, welche er als Grundmoräne früherer Vergletscherung erfahren hatte, ein sehr dichtes Gefüge, so dass seine Poren weniger Wasser enthielten, wie es bei aufgefülltem Boden der Fall ist.

Die Wasserbestimmungen in dem stark verunreinigten Auffüllboden an der Frankfurterstrasse ergaben höhere Werthe, obgleich der Boden, abstammend von Strassenabraum, alle Eigenschaften des dichten und feinporösen Verhaltens besass.

Dieselben Regenmengen, welche das Eindringen von Stoffen auf dem Friedhofsboden vermitteln, äussern deshalb an der Stelle der Frankfurterstrasse eine zeitlich ganz anders verlaufende Wirkung.

In nachstehender Tabelle (S. 176) gebe ich unmittelbar für letzteren Platz die Zeitperioden, in welchen die im Monatsmittel niedergehenden Regenmengen eine Verunreinigung von der Oberfläche des Auffüllbodens ausgehend bis 3^m Tiefe transportiren, wobei auch hier fortlaufend Monat für Monat sämmtlicher Regen als in den Erdboden eindringend angenommen ist.

In dem feinporösen, wasserreicheren Auffüllboden, welcher 1122 Liter Wasser enthält, dauert es nahezu 2 Jahre, bis der gesammte durchschnittlich in Leipzig fallende Regen die Verunreinigungen von der Oberfläche an bis in 3^m Tiefe zu bringen vermöchte. Man hat also zu erwarten, dass leicht lösliche Stoffe in dem ausgedehnten Gebiete einer Stadt nicht gleichzeitig zum Grundwasser gelangen, selbst

Digitized by Google

wenn man annimmt oder beobachtet, dass überall gleiche Regenmengen in den Boden einsickern und die Erdschichten über dem Grundwasserstande sich gleich hoch befinden.

Auffüllboden Schichten-Tiefe Meter	Pro qm daselbst zu verdrängendes Wasser Liter	Pro qm zugeführte Regenmenge Millimeter	Zeitperiode für diese Regenmenge	Anzahl der Tage
0—0,25	87	87	1. Januar — 16. März	75
0—0,75	242,5	242,5	16. März — 25. Juli	131
0—1,25	160,5	160,5	25. Juli — 21. Novbr.	119
0—1,75	156,0	156,0	21. Novbr. — 31. Decbr. 1. Januar — 4. März	103
0—2,25	267,0	267,0	4. März — 29. Juli	147
0—2,90	172,0	172,0	29. Juli — 21. Novbr.	115
0—3,00	37,0	37	21. Novbr. — 14. Decbr.	23
3	1122		23 Monate 14 Tage	713

Die Zeitdifferenzen sind so gross, dass, wie in vorstehenden Fällen, dieselbe Verunreinigung von der Oberfläche des Friedhofsbodens, am 1. Januar ausgehend, den 27. April des nächsten Jahres bei 3 m Tiefe ankömmt, während eine von der Oberfläche des Auffüllbodens ausgehende Verunreinigung vom 1. Januar bis 14. Dezember des nächsten Jahres, also nahezu 8 Monate später, bei der gleichen Tiefe von 3 m ankömmt.

Im Durchschnitt beträgt die Weggeschwindigkeit entsprechend der Leipziger mittleren Regenmenge, im Friedhofsboden 3 m in 482,6 Tagen und in dem Auffüllboden der Frankfurterstrasse 3 m in 713 Tagen, also

	Im Friedhofsboden	Im Auffüllboden
Mittleres Eindringen im Tage . . .	6,2 mm	4,2 mm
» » im Monat . . .	18,6 cm	12,6 cm
» » im Jahre . . .	2,26 m	1,53 m

So gering sich also auch die Weggeschwindigkeit von Stoffen darstellt, welche in rein gelöstem Zustande durch den feinporösen Boden treten, so ist der thatsächliche Vorgang in Wirklichkeit noch um vieles geringer. Denn die ganzen bisherigen Annahmen stützen sich darauf, dass sämmtlicher Regen ohne jeden Ver-

Digitized by Google

dunstungsverlust in den Boden dringt, dass nichts vom Wasser in den oberen ausgetrockneten Schichten der Verdunstungszone zurückbehalten wird.

Nun sind es insbesondere die Sommerregen, welche trotz ihrer grösseren Niederschlagsmenge reichlicher verdampfen infolge der erhöhten Temperaturen der Luft und des Erdbodens.

Wenn aber im Jahresmittel nur 33 % der Niederschläge statt in den Boden einzudringen verdunsten, so erhöht sich die Frist, in welcher nach den obigen Beispielen verunreinigende Stoffe in 3^m Tiefe gelangen werden, auf ca. 1 Jahr 9 Monate für den Friedhofsboden und auf 2 Jahr 7 Monate für den Auffüllboden.

Die chemisch nachweisbaren Verunreinigungen in Grund- oder Brunnenwasser können und werden somit in jedem fein porösen Boden vielfach einer weit früheren Epoche angehören, als der, in welcher sie gerade aus dem Untergrunde geschöpft werden.

Das Kochsalz, die Salpetersäure, welche wir neben anderen Bestandtheilen heute in einem Brunnenwasser bestimmen, können bereits lange vorher den Eintritt von der Oberfläche des Bodens genommen haben. Eine Stelle, welche länger als vor Jahresfrist hochgradigen Verunreinigungen ausgesetzt war, auf welcher später im eigentlichen Sinne des Wortes schon Gras wächst, kann darum noch Ursache der erheblichen Brunnenverderbnis werden, wenn auch die Objecte, die ursprünglich die Veranlassung boten, oberflächlich längst entfernt sind.

Es ist auch verständlich, weshalb in einem mit Jauche und Abfallstoffen durchsetzten Boden äussere Maassregeln zunächst einen häufig wenig erkennbaren Vortheil auf die Wasserbeschaffenheit der Brunnen ausüben. Die günstige Wirkung der durchgeführten Reinhaltung beginnt allerdings sofort, aber von der Oberfläche aus, während alle im Boden schon eingedrungenen Stoffe in einem sich über Monate und selbst Jahre erstreckenden Zeitraum allmählich verdrängt werden müssen.

Man kann sogar beobachten, dass Brunnen nach dem Entfernen der äusserlich sichtbaren Verunreinigungsquellen zunächst nicht besser sondern

Digitized by Google

schlechter werden, wenn das von oben eindringende reine Regenwasser unten eine vielleicht vor Jahren eingetretene hochgradige Verunreinigung in das Grundwasser drängt.

Es wird sich ferner der Effect der Tieferspülung und Brunnenverunreinigung nicht nur auf den weiten Gebieten einer Stadt trotz gleicher Tiefe der Bodenschichten verschieden verhalten abhängig von der wechselnden Menge des Capillarwassers im Boden, sondern auch je nach dem Eintreten nasser oder trockner Jahrgänge.

Wie ungleich sich die Geschwindigkeit, mit welcher der Niedergang der Stoffe an demselben Orte und im gleichen Boden, verhält, lehren die Differenzen in den jährlichen Regenmengen eines Ortes.

Während in Leipzig in den Jahren 1865—75 die mittlere Regenmenge 574 ^{mm} betrug, fiel im Jahre 1874 nur 435,3 ^{mm} Regen und im darauffolgenden Jahre 1875 aber 727,9 ^{mm} also um 292,6 ^{mm} oder 40 % mehr Regen. Da, wie früher erwähnt, der Boden des Leipziger Friedhofes bis zu 3 ^{m} Tiefe 726 Liter Wasser pro Quadratmeter enthielt, so hätte der Regen des Jahres 1875, wenn keine Verdunstung stattfände bis 3 ^{m} Tiefe vordringen können. Im Jahre 1874, wo nur 435,3 ^{mm} Regen fiel, wäre die Jahresregenmenge nur bis 1,68 ^{m} Tiefe vorgerückt, bis zu welcher Tiefe 435,3 Liter Capillarwasser vorhanden waren.

In München betrug z. B. die Regenmenge

im	Jahre	1865 =	560,4 ^{mm}
»	»	1866 =	900,3 ^{mm}
»	»	1867 =	1002,0 ^{mm}

mithin Schwankungen der Jahresregenmengen im Mehrbetrage von 339,9 und 441,6 ^{mm} Regen oder 30 und 40 %.

Gleiche Verdunstungsgrösse vorausgesetzt, wird also in einem nassen Jahr der zeitliche Vorgang der Tieferspülung um mehr als 1/3 rascher vor sich gehen und in einem trocknen Jahre ebenso viel längere Zeit in Anspruch nehmen.

Sind die Schwankungen der Regenmengen nach der Richtung einflussreich, dass sie das Transportmittel bieten, um Stoffe aus dem Boden in das Grundwasser zu drängen und direct seine Beschaffen-

Digitized by Google

heit zu ändern, so liegt in der jeweilig fallenden Regenmenge eine nicht minder bedeutungsvolle Function darin, dass sie die Stoffe von der Oberfläche wegbringt und mehr oder weniger tief in den Boden hineinführt.

Man muss annehmen, dass in trockenen Jahrgängen zwar weniger Stoffe aus den tieferen Bodenschichten geschafft werden, anderseits aber die Verunreinigungen und zwar gelöste Bestandtheile wie Organismen um so reichlicher in den obersten Schichten des Bodens sitzen bleiben, während das Grundwasser wegen mangelnden Zuflusses fallen wird.

Je kürzer die Wachsthumsperiode eines pathogenen Pilzes ist, um so gefährlicher wird sein Verweilen auf der leicht austrocknenden Oberfläche des Bodens sein. Unter günstigen Nährbedingungen ist die massenhafte Vermehrung und Ausbildung zu resistenten Dauersporen vielfach im Zeitraume von 4 Wochen möglich.

Es hat also gewiss auch praktische Bedeutung, darauf zu achten, in welcher Tiefe die monatlichen Regenmengen Stoffe von der Oberfläche bringen. Selbstverständlich handelt es sich hier darum eine wenn auch nur annähernd quantitative Vorstellung der räumlichen Verbreitung zu gewinnen.

In dem Friedhofsboden war bis zur Tiefe von 3^{m} soviel Wasser enthalten als einer Regenmenge von 726^{mm} gleichkömmt, in dem Auffüllboden der Frankfurter Strasse bis 3^{m} Tiefe soviel Wasser als 1122^{mm} Regen entspricht, d. h. die Menge von 1^{mm} in den Boden eindringenden Regens bewegt die Stoffe in dem ersten Falle auf eine Wegstrecke von $4{,}13^{mm}$, im zweiten Falle von $2{,}66^{mm}$ Tiefe.

Im Mittel der beiden Fälle also wird 1^{mm} Regen, $3{,}4^{mm}$ tief die Capillaren füllen.

Aus der 10jährigen Beobachtungsreihe der Niederschläge in Leipzig stelle ich in nachfolgender Tabelle für jeden Monat die gemessene höchste und geringste Regenmenge gegenüber, und füge zugleich bei, wie tief im günstigsten Falle unter Ausschluss jeder Verdunstung diese Regenmenge des einzelnen Monates Stoffe von der Oberfläche wegbringen konnte, wenn 1^{mm} Regen $3{,}4^{mm}$ tief in den Boden vordringt.

Digitized by Google

	Geringste Regen-menge im Monat mm	Vordringen in den Boden cm	Grösste Regen-menge im Monat mm	Vordringen in den Boden cm	Regen: Mittel der 10 Jahre mm	Vordringen in den Boden cm
Januar	9,8	3,3	64,3	21,9	32,5	11,0
Februar	1,3	0,4	64,4	21,9	33,5	11,4
März	22,4	7,6	67,2	22,8	41,8	14,2
April	22,4	7,6	120,5	41,0	48,5	16,5
Mai	20,7	7,0	83,8	28,5	52,7	17,9
Juni	23,8	8,1	165,9	56,4	64,6	22,0
Juli	14,3	4,9	150,1	51,0	68,6	23,3
August	21,2	7,2	144,5	49,1	52,8	17,9
Septbr.	18,9	6,4	48,5	16,5	33,1	11,2
Octbr.	7,4	2,5	111,3	37,8	47,2	16,0
Novbr.	18,2	6,2	89,2	30,3	51,3	17,4
Decbr.	7,7	2,6	82,5	28,0	47,8	16,2

In den 120 Beobachtungsmonaten betrug die grösste Regenmenge 165,9 mm für den Juni 1871. Das Wasser hätte hingereicht, oberflächliche Stoffe 56,4 cm tief zu bringen. Diesem Werthe stehen nun zahlreiche andere Monate gegenüber, in welchen das Vordringen nur 20, 10 bis 0,4 cm beträgt, wobei zu berücksichtigen ist, dass im Vorstehenden gar keine Verdunstung angenommen ist, und die Werthe thatsächlich noch geringer ausfallen.

Recht beachtenswerth ist das Verhalten des Monats September in allen Jahrgängen. Er zeichnet sich einerseits durch die geringsten Regenmengen und andrerseits durch die höchsten Bodentemperaturen aus, so dass auch die Verdunstung in diesem Monate die grösste ist. Im Mittel der 10 Jahre war die Regenmenge im September 33,1 mm, der regenärmste September hatte 18,9 mm und der regenreichste September nur 48,5 mm Regen, während selbst in den kalten Monaten Januar und Februar Regenmengen von 64,3 und 64,4 mm vorkommen.

In unserem Klima werden also die Stoffe gerade im Monat September in den obersten Lagen verbleiben und bei völlig eindringendem Regen im trockensten September 6,4 cm, im regenreichsten 16,5 cm und im Jahresmittel nur 11,2 cm tief kommen, selbst wenn kein Wasser vom Boden verdunstete.

Digitized by Google

Der September leistet somit mehr wie jeder andere Monat des ganzen Jahres bei uns darin Vorschub, dass sich Keime in den obersten Bodenlagern entwickeln, aus der geringen Tiefe von wenigen Centimetern austreten und um so leichter verstauben können, als die intensive Sonnenbestrahlung des wolkenfreien Monats den Boden oberflächlich rasch austrocknet.

Indem wir sehen, dass in Leipzig während des Monats September die Typhuserkrankungen durchschnittlich die höchste Zahl erreichen, dass auch die Choleramortalität im September im Mittel die aller übrigen Monate übertrifft, so werden wir an das eigenthümliche Verhalten dieses Monats erinnert, für welchen die ungünstigsten Voraussetzungen für eine Brunnenverunreinigung bestehen, und Keime wie gelöste Stoffe nur höchstens handbreit unter Terrain treten.

Selbstverständlich werden an anderen Orten mit anderen Regen- und Bodenverhältnissen auch andere transportirende Kräfte eingeführt und sich die zeitlichen Vorgänge des Eindringens dem entsprechend gestalten.

Es mag von Interesse sein als Beispiel das Verhalten in Indien zu betrachten, wo die Niederschläge unsere Regenmenge so beträchtlich übersteigen.

Von Macpherson wurde für Bombay [1]) und für Calcutta [2]), zwei Orte, an welchen die Cholera niemals völlig verschwindet, auf Grund amtlicher Berichte die Zahl der Choleratodesfälle, der Regenmengen und der Lufttemperatur über einen langen Zeitraum nach Monaten zusammengestellt.

Ich gebe in folgender Tabelle nur die Mittelwerthe der Beobachtungen, welche sich für Bombay auf den Zeitraum von 15 Jahren (1851—1865), für Calcutta auf 26 Jahre erstrecken. Die durchschnittliche Zahl der Choleratodesfälle in Bombay beträgt im Jahre 2222 Todte, in Calcutta 4013. Die gesammte Statistik stützt sich für Bombay auf 33 330 Choleratodte, für Calcutta auf 104 295 Choleratodesfälle.

---

1) Macpherson, Zeitschrift f. Biologie 1868 Bd. 4 S. 164.

2) Macpherson, Die Cholera in ihrer Heimath. Uebersetzt v. Velten. Erlangen 1867 S. 23 ff.

Digitized by Google

Ausser den monatlichen Regenmengen füge ich noch an, bis zu welcher Tiefe dieselben, unter Ausschluss der Verdunstung, Stoffe in den Boden bringen, wenn dort die gleiche mittlere Bodenbeschaffenheit, wie bei uns vorliegt, ferner mit welchem Procentsatze an Todten die Monate des Durchschnittsjahres betheiligt sind.

Bombay.

	Monatliche Cholera-Todesfälle	Cholera-Todte %	Monatliche Regenhöhe mm	Eindringend in den Boden cm	Luft-temperatur ° Cels.
Januar . . .	235	10,6	0,7	0,2	24,1
Februar . . .	218	9,8	0,1	0,03	24,7
März	253	11,4	0,1	0,03	26,2
April	295	13,3	0,5	0,17	29,1
Mai	294	13,3	10,4	3,54	30,4
Juni	278	12,5	508,5	172,89	29,1
Juli	162	7,3	576,3	195,94	27,7
August . . .	93	4,2	332,7	113,12	26,9
September . .	60	2,7	240,5	81,77	27,1
October . . .	76	3,4	51,0	17,34	27,2
November . .	95	4,2	6,8	2,31	26,2
December . .	163	7,3	2,3	0,78	24,7
Summa	2222	100	1729,9	588,16	27,0

Calcutta.

	Monatliche Cholera-Todesfälle	Cholera-Todte %	Monatliche Regenhöhe mm	Eindringend in den Boden cm
Januar	275	6,8	5,3	1,80
Februar	359	8,9	10,7	3,64
März	566	14,1	28,7	9,76
April	745	18,1	61,0	20,74
Mai	513	12,8	109,0	37,06
Juni	243	6,0	265,5	90,27
Juli	153	3,8	353,1	120,05
August	132	3,3	365,8	124,37
September . .	151	3,8	264,2	89,83
October	239	6,0	104,6	35,56
November	320	8,0	22,9	7,79
December	317	7,9	3,3	1,12
Summa	4017	100	1594,1	541,99

Digitized by Google

Betrachten wir zunächst nur die Regenverhältnisse, so erscheint ihre transportirende Kraft für das Eindringen von Stoffen zeitlich ganz verschieden, wie dies in unseren Breitegraden der Fall ist.

Die absoluten Regenmengen sind dort um vieles grösser und übertreffen in Bombay und Calcutta die Jahresregenmenge von Leipzig um das Dreifache. Die Vertheilung der Niederschläge ist aber so eigenartig, dass in der That trockne Monate vorkommen, wie sie im hiesigen Klima auch in den regenarmsten Perioden nie beobachtet werden.

Nach dem 15jährigen Mittel in Bombay besitzen die Monate Januar, Februar, März, April zusammen eine Regenhöhe von nur $1{,}4^{mm}$. In Leipzig ist nur einmal als Monat mit den geringsten Niederschlägen, der Februar des Jahres 1870 notirt, in dem aber immerhin noch $1{,}3^{mm}$ Regen fiel, also soviel wie in Bombay constant während 4 Monaten fällt. Der Monat mit durchschnittlich geringstem Regen ist bei uns der Januar mit $32{,}5^{mm}$ Regen, dann folgt der September mit $33{,}1^{mm}$ Regen.

Zählt man nach den speciellen Monatsangaben von Macpherson die gesammten Regenmengen, welche zu Bombay innerhalb der ganzen 15 Jahre umfassenden Beobachtungsreihe während der sämmtlichen Monate Januar, Februar, März, April niederfielen, zusammen, so hat man eine absolute Regenhöhe von $9{,}9 + 1{,}3 + 1{,}8 + 7{,}9 = 20{,}9^{mm}$ Niederschlägen, d. h. in allen 60 beobachteten Monaten zusammen fiel nicht einmal soviel Regen, als der durchschnittlich regenarmste Monat in Leipzig erhielt ($32{,}5^{mm}$).

Bei so auffallender Trockenheit, welche noch ausserdem unterstützt wird durch die hohen Temperaturen mit geringem Wassergehalte der Luft (64—69 % der relativen Feuchtigkeit), muss das Tieferspülen von Stoffen durch Niederschläge auf das geringste Maass beschränkt bleiben.

Im Durchschnittsjahre bieten 7 volle Monate, nämlich November, December, Januar, Februar, März, April, Mai in ununterbrochener Folge eine gesammte Regenmenge von $21{,}03^{mm}$.

Digitized by Google

Würde dieses Wasser ohne Verdunstung in einen Boden fliessen, welcher die Beschaffenheit des feinporösen Schwemmlandes besitzt, so würden Stoffe in den 7 Monaten nur 7,1^{cm} tief in den Boden transportirt werden. Mit Rücksicht auf die Verdunstung muss man aber annehmen, dass in dieser langen Periode alle Verunreinigungen in der obersten Schichte verbleiben, soweit sie nicht, worauf ich noch zurückkommen werde, durch Abfallswässer aus Schleusen und Gruben oder anderweites Spülen local in die Tiefe versenkt werden oder in Teiche und Flüsse gelangen.

In Calcutta finden auch in den trocknen Monaten regelmässig Niederschläge statt; sie sind aber in 5 auf einander folgenden Monaten viel geringer, wie bei uns, und würden die auf die Oberfläche gebrachten Stoffe selbst bei Ausserachtlassung der Verdunstung im Monat nicht 10^{cm} unter Terrain schaffen.

Es ist nun, wie schon Macpherson mit Recht ausspricht, sicher kein Zufall, dass die grösste Anzahl von Todesfällen in Bombay wie Calcutta auf die trockensten und heissen Monate trifft.

In Indien hat man nach Macpherson 3 Jahreszeiten zu unterscheiden, nämlich die 4 trocknen und heissen Monate Februar bis Mai, die 4 heissen und nassen Monate Juni bis September und die 4 kühlen und trocknen Monate October bis Januar.

Der Uebergang von einer Jahreszeit in die andere ist keineswegs so ausgesprochen, dass nicht in einzelnen Jahrgängen das Charakteristische dieser Jahreszeiten in dem zutreffenden Uebergangsmonate verwischt würde.

Um nun die zeitlichen Beziehungen der Cholerafälle mit dem Klima in Vergleich zu bringen, wurden von Macpherson die Choleratodesfälle nach den Jahreszeiten unter Ausschluss der Uebergangsmonate zusammengestellt, wozu ich in folgender Tabelle die Regenmenge beifüge, und ferner, welcher Procentsatz an Choleratodten, die Uebergangsmonate nicht inbegriffen, auf die charakteristischen Jahreszeiten entfällt. (S. folg. Tabelle.)

Die beiden Städte, in welchen die Cholera nie erlischt, zeigen also ein auffallend übereinstimmendes Verhalten. Sowohl die Beobachtungsdauer von 15 resp. 26 Jahre als die Zahl der rege-

Digitized by Google

strirten Choleratodesfälle ist ausreichend gross, um das durchgreifende Gesetz zum Ausdrucke kommen zu lassen, dass die Cholera gerade in den trocknen Monaten die höchste Intensität erlangt.

Bombay.

Jahreszeiten	Durchschnittliche Anzahl der Choleratodten	Von 100 Choleratodten der reinen Jahreszeit	Gesammte Regenhöhe mm	Eindringend in den Boden cm
kühl u. trocken Nov., Dec., Jan.	493	29,9	9,8	3,3
heiss u. trocken März, April, Mai	842	51,0	11,0	3,7
heiss u. nass Juli, Aug., Sept.	315	19,1	1149,5	390,8
	1650	100	1170,3	397,8

Calcutta.

Jahreszeiten	Durchschnittliche Anzahl der Choleratodten	Von 100 Choleratodten der reinen Jahreszeit	Gesammte Regenhöhe mm	Eindringend in den Boden cm
kühl u. trocken Nov., Dec., Jan.	912	28,8	31,5	10,7
heiss u. trocken März, April, Mai	1824	57,5	198,7	57,6
heiss u. nass Juli, Aug., Sept.	436	13,7	982,1	334,2
	3172	100	1212,3	402,5

Es ist kaum denkbar, dass nur infolge der trocknen und im Mittel 28,6 °C. warmen Witterung eine so gesteigerte Disposition des Körpers geschaffen würde, und die bei der Hitze etwa geänderten Bedingungen der Blut- und Lymphbewegung das Haften der Keime im Körper begünstigten. Denn die Gelegenheitsursachen zur Uebertragang und Zufuhr von inficirtem Trinkwasser sind auch in den übrigen Jahreszeiten bei durchschnittlich 27,9 ° C. und 24,0 ° C. nicht minder vorhanden.

Digitized by Google

Bei keiner Krankheit werden die inficirenden Dejectionen und das Erbrochene so leicht und allseitig auf der Bodenoberfläche Verbreitung finden, wie bei Cholera im tropischen Klima; es ist nicht minder wahrscheinlich, dass die Keime unter dem Einfluss der hohen Temperaturen sich oberflächlich zu Sporen entwickeln und mit dem wieder verstaubenden Erdreiche der obersten Schichten erhöhte Gefahren der Infection bedingen.

Sieht man von den zufälligen Ursachen ab, dass inficirender Inhalt undichter Schleusen oder schlecht angelegter Abortsanlagen direct in die Brunnen und offenen Schöpfstellen für Wasser fliesst, so sind Brunnen und Grundwasser gerade in der heissen und trocknen Zeit am allerwenigsten den auf und in den obersten Bodenlagen vorhandenen Infectionsquellen ausgesetzt, da die transportirende Kraft, nämlich Regen, Monate hindurch fehlt. Kommen doch die Stoffe in den trocknen Choleramonaten zu Bombay höchstens 3—4^{cm} tief in den Boden, und gleichwohl trifft auf diese Zeit die grösste Mortalität.

Andrerseits sind alle Voraussetzungen, um gelöste und organisirte Gebilde aus dem Boden in das Grundwasser zu bringen, nirgends so reichlich erfüllt, als in dem Gebiete und zur Zeit der tropischen Regen. Während des Regenmonats Juli allein fällt in Bombay soviel Wasser, wie in Leipzig während des ganzen Jahres; in den 4 Regenmonaten Juli bis August spendet der Himmel ca. 1658,0^{mm} Regen, entsprechend einem Wasserquantum, das wir hier erst in nahezu 3 Jahren empfangen.

Wo solche Wassermengen auf nur einigermaassen durchlässigen, grob- oder feinporösen Boden treffen, wird nicht nur die vorher trockne Verdunstungszone rasch gefüllt sein, sondern auch die Stoffe mit grosser Geschwindigkeit in die Tiefe getragen.

Unter Abrechnung der oberflächlichen Verdunstung würden die Stoffe allein in den 4 Regenmonaten zu Bombay 5,64^{cm} tief, in Calcutta 4,24^{cm} tief durch feinporösen Boden versinken.

In kurzer Frist wird also daselbst die ganze Menge der in den obersten Zwischenräumen des Bodens vorhandenen Bestandtheile in Brunnentiefe gespült und müsste die Gefahren, welche im Genusse solchen inficirten Wassers liegen, ungemein steigern.

Digitized by Google

Denn während in dem feinporösen Boden Leipzigs das Tiefergehen der Stoffe entsprechend den fallenden Regenmengen sogar Perioden von Jahren umfasst, bedarf dieser Vorgang im tropischen Regengebiete wenige Monate, so dass Sporen und Keime, welche in unseren Breitengraden auf dem langen Wege durch den Boden zu Grunde gehen würden, in Indien den Boden viel leichter mit voller Keimkraft durchsetzen könnten.

Die Anwesenheit von Keimen in dem Brunnenwasser Indiens wird also infolge der dortigen Verhältnisse zur Zeit des enormen Regens mehr zu erwarten sein, wie in irgend einem anderen Gebiete bei uns. Ich möchte speciell betonen, dass in der Regenperiode undichte Schleusen und Abortsanlagen sicher nicht weniger Gefahren bieten; denn ihr mit Cholerakeimen inficirter Inhalt fliesst auch während der Regenzeit durch vorhandene Lecke aus, sogar in dem Maasse reichlicher als durch Zuflüsse in Schleusen und Gruben der Inhalt und Innendruck erhöht wird.

Ebenso wird bei den Hochfluthen der gewaltigen Regengüsse das directe Einschwemmen oberflächlicher Keime in Brunnen und Cysternen am meisten in den Regenmonaten zu erwarten sein.

Trotz alledem lehren die Erhebungen von Macpherson, dass in Indien die Choleraverbreitung unter diesen günstigen Verhältnissen in der nassen Periode nicht zunimmt, sondern im Gegentheil auf den geringsten Werth des ganzen Jahres herabsinkt.

Ich lasse Fälle der vereinzelten directen Uebertragung von Cholera, Fälle der gelegentlichen wirksamen Inficirung von Brunnen mit Cholerakeimen voll gelten und ebenso die Entstehung von localen Infectionsherden, welche sich streng abgeschlossen unter local günstigen Bedingungen der Cultur in einzelnen Häusern und selbst Zimmern entwickeln können; das scheint mir aber festzustehen, dass das epidemische Ausbreiten der Cholera auf ganze Bezirke dann am leichtesten erfolgt, wenn die Keime auf den oberen Lagen des Bodens verbleiben.

Es gilt dies sowohl für das Heimathsland der Cholera wie für unsere Breitengrade; denn während in den beiden indischen Städten die heissen und trocknen Monate Februar, März, April,

Digitized by Google

Mai die Hauptcholeramonate sind, erscheinen bei uns als exquisite Choleramonate der August, September und October.

Von Brauser[1]) wurden in einer ebenso mühevollen wie verdienstlichen Arbeit die Choleratodesfälle sämmtlicher Epidemien, die in Preussen vom Jahre 1848—1859 vorkamen, nach Monaten zusammengestellt. Das Beobachtungsmaterial erstreckt sich auf die grosse Summe von 166 100 Todesfällen und die zeitliche Vertheilung ist so auffallend, dass ich sie im folgenden vorführen will.

Choleratodesfälle in Preussen (1848—1859).

	Gesammt-Todesfälle	Von 100 Todesfällen treffen
Januar	2 317	1,4
Februar	842	0,5
März	214	0,12
April	112	0,07
Mai	446	0,3
Juni	4 392	2,6
Juli	8 480	5,1
August	33 630	20,3
September	56 561	34,0
October	36 271	22,0
November	17 630	10,5
December	5 254	3,2

In den 3 Monaten August, September, October ereigneten sich also während des genannten Zeitraumes 126 462 Choleratodesfälle oder 76,3%, und auf den einen Monat September trifft hiervon nahezu die Hälfte, nämlich 56 561 Choleratodesfälle. Mit Recht wird von Pfeiffer darauf hingewiesen, dass das Choleramaximum nicht mit der höchsten Luftwärme, sondern mit der höchsten Bodentemperatur zusammenfällt.

Offenbar findet der Cholerakeim in unserem Klima periodisch sehr ungünstige Bedingungen zu seiner Erhaltung und Vermehrung, denn sonst könnten die Monate März, April und Mai nicht nahezu cholerafrei erscheinen.

1) Brauser, Statistische Mittheilungen über den Verlauf der Choleraepidemien in Preussen (Berlin 1862, Hirschwald) und Pfeiffer L., Zeitschrift für Biologie 1871 Bd. 7 S. 278.

Digitized by Google

Die Tabelle lehrt, wie sehr die Fälle der persönlichen Ansteckung in den Hintergrund treten. Denn bei keiner anderen direct übertragbaren Krankheit lässt sich beobachten, dass in zahlreichen Einzelepidemien, welche während Jahrzehnten und in den verschiedensten Städten und Gebieten eines grossen Landes stattfanden, ein so constantes Abhängigkeitsverhältniss der Erkrankungen nach Monaten erfolgt.

Auch der Einfluss, welchen die mit Cholerakeimen inficirten Brunnen auf die Verbreitung der Krankheit ausüben, ist nach der umfassenden Statistik nur ein sehr untergeordneter. In den Hauptcholeramonaten dringen bei uns wie in Indien die Niederschläge am wenigsten tief und fördern, wie ich früher darlegte, Cholerakeime wie gelöste Stoffe im feinporösen Boden kaum handbreit unter die Bodenoberfläche.

Dass ferner die Cholerabacillen in Form von Dauerzuständen in den tieferen Schichten des Bodens erhalten bleiben und erst allmählich, vom Regen tiefer geführt, in einer späteren Periode nach Monaten und Jahren, solange eben der Vorgang des Tieferspülens local dauert, noch in voller Keimkraft Brunnen inficiren können, ist nach vorstehendem Materiale gleichfalls kaum anzunehmen. Da müssten die Choleraerkrankungen in der Zeitfolge geschehen wie die Stoffe aus dem Boden ins Grundwasser treten, und dies erfolgt gerade in den Choleramonaten am wenigsten, in welchen die gesammte Regenmenge wenige Centimeter tief eindringt und in welchen der sinkende Stand des Grundwassers zeigt, dass der Ausfluss aus dem Boden zum Grundwasser überhaupt aufgehört hat.

Vermöchten die Cholerakeime in Form von Dauersporen regelmässig den Weg durch den Boden ungeschwächt zurückzulegen, so dürfte der März, April, Mai mit den reichlichst eindringenden Niederschlägen nicht nahezu cholerafrei sein.

Es verbleiben somit von Seite des Trinkwassers hauptsächlich die Gefahren, dass Cholerakeime auf directem Wege durch undichte Schleusen oder Gruben zum Trinkwasser gelangen. Gewiss werden solche Fälle eintreten und in dem Wasser die Anwesenheit von Cholerabacillen auch gelegentlich constatirt werden. Aber eine wesentliche Bedeutung bezüglich der epidemischen Verbreitung

Digitized by Google

auf grössere Strecken werden solche zufällige und rein locale Infectionen von Brunnen nicht besitzen. Undichte Stellen an Aborten oder Schleusen lassen ihren Inhalt das ganze Jahr hindurch, entsprechend dem Innendrucke und der Grösse der Oeffnung ausfliessen und können unmöglich in jeder Epidemie gerade im September den Höhepunkt der Gefahren bieten.

Das Anschwellen der Choleramortalität erfolgt von Monat zu Monat so gleichmässig und typisch, dass der Eintritt der maximalen Mortalität sicher nicht dem Zufalle der jahraus und jahrein gleich beschaffenen Durchlässigkeit von Gruben und Schleusen zugeschrieben werden kann.

D. Bedingungen, welche das Eindringen von Stoffen in den Boden erschweren oder verhindern.

Ich habe bisher die Vorgänge des Eindringens von Stoffen in den durchlässigen Boden besprochen. Eine grosse Reihe kostspieliger Untersuchungen sind in den letzten Jahrzehnten ausgeführt worden, um den Boden und das Bodenwasser in Städten vor Verunreinigungen zu schützen.

Alle Maassregeln, welche zunächst darauf gerichtet sind, die oberflächlichen Schmutzansammlungen zu beseitigen, können, wie ich früher darlegte, nicht verhüten, dass die im Boden bereits vorhandenen Ansammlungen durch die periodisch eindringenden Niederschläge tiefer gespült werden.

Es mag darum wichtig sein, auf die Bedingungen hinzuweisen, unter welchen das Weiterdringen von Stoffen überhaupt unterbrochen und völlig beseitigt werden kann.

Unter natürlichen Verhältnissen ohne Kunsthilfe geschieht dies, wie schon erwähnt, wenn infolge von längerer Trockenheit die obersten Bodenschichten wasserarm werden, d. h. die Verdunstungszone des Bodens kein Wasser zum Tieferdrängen des Capillarwassers abgibt.

Hieraus erklärt sich, weshalb nach längerer Trockenheit sowie bei sinkendem Grundwasser die Menge der gelösten Bestandtheile im Grundwasser abnimmt, d. h. die Brunnen sogar bei geringerer Wassermenge reiner werden können und dass mit

Digitized by Google

steigendem Grundwasser der Gehalt an Verunreinigungen in den Brunnen wieder zunimmt, sobald nunmehr der Zufluss aus dem verunreinigten Boden wieder begonnen hat.

Das relative Reinerwerden eines Brunnens bei sinkendem Grundwasser kann also nicht in dem Sinne gedeutet werden, dass nunmehr auch weniger Stoffe in den Boden gelangen und bessere sanitäre Zustände geschaffen wären. Denn alle Verunreinigungen sammeln sich in dem obersten, trocken gewordenen Staubassin der Verdunstungszone an und werden erst mit den nächsten reichlichen Niederschlägen tiefer geschoben.

Die erste grössere Zufuhr von meteorischen Niederschlägen nimmt dann aus den obersten Schichten mit, was zu lösen ist. Das einsickernde Wasser reichert sich durch die Auslaugung der vorher trocknen Bodenlagen an, so dass das vorweg dringende Wasser als eine Schichte mit besonders hohem Gehalte zur Tiefe geht. Je länger die vorhergehende Trockenheit dauerte, um so mehr wird dies bei sonst gleichen Aussenbedingungen der Fall sein und dann auf die Periode der relativen Reinheit des Wassers eine Periode mit hochgradig verunreinigtem Wasser folgen, d. h. die Brunnenbeschaffenheit wird sehr erhebliche Schwankungen der Zusammensetzung aufweisen.

Auf künstlichem Wege lassen sich die vom Boden ausgehenden Verunreinigungen des Tiefenwassers unterbrechen und aufheben, durch alle Maassregeln, welche das Eindringen von Flüssigkeiten verhüten.

Es ist dies der Fall unter jedem Hause. Wohl können rings um dasselbe, an der Traufe oder aus einer seitlich befindlichen undichten Grube aus Gossen Flüssigkeiten in den Boden dringen, aber unter dem Hause selbst befindet sich, soweit der Schutz des Daches reicht, das Capillarwasser der sämmtlichen Erdschichten in ruhendem Zustande.

Mit Fertigstellung des Daches können in dem bedeckten Erdreiche wohl noch die Vorgänge der Verdunstung und Condensation von Wasser sowie Zersetzungsvorgänge stattfinden, aber der mechanische Transport von Verunreinigungen aus den Bodenschichten ist ganz aufgehoben.

Digitized by Google

Keime, die auf oder unter den Baugrund eines Hauses gebracht sind, werden darum sehr hartnäckig ihren Platz behaupten, unter sonst günstigen Ernährungsbedingungen eine weitgehende Flächenverbreitung um so mehr verlangen, als extreme Abkühlungen während der Nacht und zur Winterszeit fehlen.

Ein weiteres Mittel, das Eindringen von Stoffen, löslicher wie organisirter Natur, in die tieferen Schichten des Bodens zu verringern, besteht in der rationellen Pflege der Bodenoberfläche, wie sie von Seiten tüchtig verwalteter Städte nach systematischen Principien mit grossen Opfern aber bestem Erfolge durchgeführt werden.

Hierzu gehört das Ausgleichen und Ebnen des Terrains, so dass Regen- und Abfallswasser möglichst leicht und rasch abfliessen.

In grösseren wie kleineren Mulden, Vertiefungen und unzweckmässig angelegten Gräben fliesst das Niederschlagswasser dem ganzen Neigungsgebiete entsprechend zusammen. Hierdurch wird an der einen Vertiefungsstelle soviel Wasser zusammengeführt, als wenn dieselbe mit den reichlichsten Regenmengen getränkt würde. Im grösseren Umkreise kann so das Eindringen von Verunreinigungen fehlen, an dieser einen Stelle aber kommt die transportirende Kraft des seitlich zufliessenden Wassers anhaltend zur Geltung und lässt die von der weiten Oberfläche mitgeführten Stoffe hier rasch und in reichlichem Maasse versinken. Man darf die sanitären Nachtheile solcher ständiger Eingangspforten nicht unterschätzen, indem sie zu jeder Jahreszeit im lockeren Boden functioniren und alles, was sonst auf weiter Fläche langsam in die Tiefe gebracht würde, an einer Stelle vereinen und äusserst wirksame Quellen der Boden- wie Brunnenverunreinigung bilden.

Das Eindringen von Stoffen in den Boden wird ferner in ausnehmendem Grade dadurch beschränkt und zum Theil gänzlich beseitigt, dass die Flächen der Strassen und Höfe sorgfältig gepflastert, mit dichten Platten belegt, oder mit undurchlässiger Asphaltlage bedeckt werden.

In diesem Falle macht es sich zunächst von selbst nothwendig, die Meteor- und sonstigen Abwässer rasch und in geeigneter Weise abzuleiten.

Digitized by Google

Asphalt oder das in Asphalt gelegte Holzpflaster gewährt unstreitig die dichteste Bodenbedeckung, aber auch ein gut ausgeführtes Pflaster wird eine nahezu undurchlässige Oberflächenschichte schaffen. Pflastersteine, Steine und Platten müssen schon der Haltbarkeit wegen aus festen, nicht porösen Materialien gewählt werden.

Ein Pflaster, welches z. B. aus Würfelsteinen von 16^{cm} Seitenlänge und 2^{cm} breiten Zwischenfugen hergestellt ist, hat auf 256^{qcm} Stein 68^{qcm} Fugen, d. h. 73,5 % einer derartig gepflasterten Fläche sind mit dem völlig undurchlässigen und festen Gestein bedeckt. Die noch übrig bleibenden 26,5 % Fugenfläche erhalten die Eigenschaften eines dichten und äusserst wenig durchlässigen Bodens, da der Zwischensand oberflächlich zermahlen und wie eine feine Kittmasse fest eingetreten und eingestampft wird.

Die genannten Materialien gewähren somit die weitgehendsten Schutzmaassregeln, um selbst in dem grossen Gebiete einer Stadt das Eindringen von Flüssigkeiten in der Tiefe und die Verunreinigungen des Bodens und von Brunnen zu beschränken.

Hierzu kommen noch zwei erhebliche sanitäre Vortheile.

Nicht gepflasterte Flächen lassen sich trotz reichlich aufgewendeter Mühe nur unvollkommen rein halten und jeder stärkere Regen veranlasst ausser einem Transport in die Tiefe auch eine durch Wasserzufuhr und Temperatur bedingte Keimwucherung der oberflächlich verbleibenden Gebilde, welche um so länger nachhält, je langsamer das Wasser wieder aus den oberen Bodenräumen verdunstet.

Von der Grösse und Intensität dieser Zersetzungsvorgänge kann man sich leicht durch die starke Kohlensäureentwickelung überzeugen, welche in einem nur mässig befeuchteten Strassenabraum schon bei gewöhnlicher Lufttemperatur stattfindet.

Auf gut gepflasterten Flächen und dichten Asphaltdecken bewirkt der stärkere Regen keine Steigerung der oberflächlichen Zersetzungen, sondern er vermag vielmehr die Flächen rein zu spülen, so dass häufigere und stärkere Regengüsse keinen Nachtheil wohl aber den Vortheil bringen, die letzten Reste der Oberflächenverunreinigungen zu entfernen.

Digitized by Google

Durch den dichten Schutz der Oberfläche werden ferner die bereits in den Boden eingedrungenen Verunreinigungen an Ort und Stelle in den Capillarräumen festgehalten. Auf Grund von zahlreichen Bodenanalysen werde ich später mittheilen, in welchem Umfange selbst lösliche Stoffe in dem städtischen Untergrunde verbleiben, wo dichte Granitplatten als Pflaster lagen. Die oberen Schutzdecken der Pflasterung verhindern also von dem Zeitpunkte ihrer Herstellung an sofort die weitere Verunreinigung des Grundwassers und der aus demselben gespeisten Brunnen, da bei dem Fehlen des von oben eindringenden Zuflusses auch die im Boden vorhandenen Stoffe nicht mehr weiter sinken.

Endlich wird durch den dichten Schutz der Oberfläche der Luftwechsel, sowie das Heraustreten von gasförmigen und schwebenden Bestandtheilen aus dem Boden weitgehend beschränkt und selbst aufgehoben, so dass die einfache Schutzlage der oberen Bedeckung des Bodens die Folgen einer seit Jahren fortlaufenden Verunreinigung des Untergrundes aufzuheben und für den Menschen unschädlich zu machen vermag, wie dies bei einem im Organismus zwar vorhandenen, aber vollkommen abgekapselten Fremdkörper der Fall ist.

Städteverwaltungen, welche eine ganz systematische Pflege der Strassen, Plätze und Höfe angebahnt und grösstentheils durchgeführt haben, gewähren also ausser den vielseitigen Vortheilen im Interesse des reinlichen und bequemen Verkehres die besten, sanitären Schutzmaassregeln, um Verunreinigungen jeglicher Art auf dem Boden und vom Boden ferne zu halten; sie bekämpfen die Gefahren in wirksamster Weise, welche dadurch entstehen können, dass Ausströmungen nach oben erfolgen und dass Verunreinigungen den ganzen Boden durchtränken und bis zum Grundwasser und in Brunnen gelangen.

Die bisherigen Ausführungen beziehen sich nur auf die Vorgänge des Eindringens von Stoffen, wie sich dieselben auf den weiten Flächen der mehr oder weniger dicht bewohnten Ortschaften unter dem Einflusse der meteorischen Niederschläge und der unvermeidlichen Oberflächenverunreinigung vollziehen.

Digitized by Google

Ausserdem bleiben noch ganz locale Verunreinigungsquellen des Untergrundes und des Grundwassers zu berücksichtigen, welche direct von undichten Abortsanlagen, durchlässigen Schleusen (Kanälen) und schlecht gebauten Anlagen der Hausentwässerung ausgehen und zu bevorzugten Ursachen der Trinkwassserinfection werden können.

Das Charakteristische dieser rein zufälligen und gelegentlichen Vorgänge beabsichtige ich an Hand zahlreicher, in den letzten Jahren gesammelter Einzelbeobachtungen in einer späteren Mittheilung zu behandeln.

Digitized by Google

Spectroskopisch-hygienische Studien.

Von

Prof. Dr. J. Uffelmann
in Rostock.

(Aus dem hygienischen Institute.)

(Mit Taf. II.)

(Schluss.)

Untersuchung des Weines auf freie Mineralsäuren.

(Dazu Fig. 2 im 4. Hefte des vorigen Jahrgangs.)

Die Untersuchung des Weissweines auf freie Mineralsäure kann man in der nämlichen Weise vornehmen, wie diejenige des Branntweines. Man verflüchtigt also zunächst den Alkohol des Weines im Wasserbade, setzt dann eine 0,005 % Methylviolettlösung zu und prüft die Art der Färbung, sowie das spectroskopische Verhalten. Zeigt sich, dass die Farbe statt violett mehr blau oder gar blaugrün wird, und dass im Spectrum auf »*d*« ein dunkler Streif liegt, so ist sicher freie Mineralsäure (Schwefelsäure) vorhanden.

Ganz in der nämlichen Weise kann man natürlich auch den Rothwein prüfen; doch wird die Farbenveränderung in solchem Falle keinen Anhaltspunkt geben und ausserdem wird man den Absorptionsstreif auf *d* weniger leicht erkennen, weil unverdünnter Rothwein eine Beschattung von *D* bis *B* hervorruft. Eine Verdünnung aber ist selbstverständlich nicht zulässig, da sie die Genauigkeit der Probe herabsetzt.

Ein sehr empfehlenswerthes Verfahren ist aber folgendes: Man suche den Farbstoff des Rothweins durch Zusatz von Tannin- und etwas Gelatinelösung möglichst zu fällen und filtrire. Schon

Digitized by Google

an der Farbe des Filtrates vermag eine Geübter zu erkennen, ob freie unorganische Säuren im Weine vorhanden waren. Ist es nämlich noch intensiv roth (johannisbeerroth) und erzeugt es noch ein dunkles Band von *b* bis fast nach *D*, so kann man mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit sagen, dass irgend eine mineralische Säure zugesetzt war. Die Anwesenheit freier Wein-, Essig- oder Bernsteinsäure bewirkt nur Mattrosafärbung des Filtrates und ganz unbedeutende, kaum erkennbare, meist sogar fehlende Absorption zwischen *E* und *D*. Die volle Gewissheit des Zusatzes einer Mineralsäure erlangt man durch Hinzufügung von 2 Tropfen concentrirter Methylviolettlösung zu 10^{ccm} des Filtrates. In solchem Falle zeigt sich nämlich auf Linie *d*, deren Bereich und Nachbarschaft jetzt völlig frei von einer dem Weinfarbstoff zuzuschreibenden Beschattung ist, der mehrfach erwähnte charakteristische dunkle Absorptionsstreif. Die Verwendung von Tannin zum Ausfällen eines Theiles des Farbstoffes beeinträchtigt die Sicherheit des Verfahrens nicht erheblich. Denn wenn man Tannin zu einer neutralen Methylviolettlösung hinzufügt, so wird nur die Farbe hellbläulich, die dunkle Absorption neben *D* nach *d* hin sehr viel schwächer, die weniger dunkle Absorption von *D* nach *E* viel intensiver; aber es entsteht kein Absorptionsstreif auf *d*. Dieser tritt nun trotz des Zusatzes von Tannin sofort hervor, wenn man sehr wenig verdünnte Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure hinzufliessen lässt. Doch darf der Tanninzusatz kein zu starker sein!

Die Genauigkeit des Verfahrens ist eine recht grosse; man vermag mit Hilfe desselben ganz sicher noch 0,05 % freie Schwefelsäure im Rothwein aufzufinden, wenn man vorsichtig operirt, insbesondere nicht zu viel Methylviolettlösung zusetzt und event. eine Schicht von $7-8^{cm}$ Tiefe spectroskopirt.

Zur Controle mag die folgende Probe dienen: Man mische 4^{ccm} Alkohol absolutus mit 3^{ccm} Aether sulphuricus, giesse 1^{ccm} des zu untersuchenden Rothweines hinzu und schüttle stark. Enthält der Wein keine freie Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure, so wird die Mischung schwach milchig trübe, aber völlig oder nahezu völlig farblos erscheinen und absolut kein Absorptions-

Digitized by Google

band zwischen *D* und *E* hervorrufen. Enthält der Wein aber nur eine jener Mineralsäuren in freiem Zustande, so wird die Mischung zwar gleichfalls etwas trübe, aber intensiv roth, rubin- bis johannisbeer- oder weinroth sich präsentiren und selbst in einer Schicht von nur 1 cm Tiefe das deutliche Absorptionsband des Rothweinfarbstoffes zwischen *D* und *E* erzeugen. Diese Probe bietet eine ganz ausserordentliche Sicherheit und Genauigkeit, wenn anders nicht ein künstliches Färbemittel zugesetzt war. Sie ist so genau, dass es gelingt, mit ihr noch einen Gehalt von ½ ‰ Salzsäure nachzuweisen. Dass freie Essigsäure, Weinsäure oder Bernsteinsäure in derjenigen Concentration, in welcher sie im Weine vorkommen, die obigen Erscheinungen nicht hervorrufen, kann jeder sofort feststellen, wenn er nur zu der fast farblosen Mischung von Rothwein, Alkohol und Aether ein wenig von jenen Säuren hinzufügt. Er wird sich überzeugen, dass keine Aenderung der Färbung, keine Aenderung des spectroskopischen Verhaltens erfolgt.

Untersuchung von Essig auf Mineralsäuren.

(Dazu Fig. 2 im letzten Hefte des vorigen Jahrgangs.)

Durch keine Methode der Untersuchung kann man, wenn von der Bestimmung der Salpetersäure durch Indigolösung oder Diphenylamin abgesehen wird, so rasch und sicher auch kleine Mengen Mineralsäuren im Essig nachweisen, wie durch die Spectralanalyse. Man bedarf dazu nur einer Lösung von Methylviolett und verwendet dieselbe auch zu diesem Zwecke am vortheilhaftesten in einer Stärke von 0,05 : 1000,0 Wasser. Von solcher Lösung werden 12,5 ccm zu 100 ccm Essig gesetzt. Ist dieser frei von Mineralsäuren, so wird die Färbung eine bläulichviolette sein und prüft man ihn dann spectroskopisch, so wird man die bekannte Absorption des Methylviolett finden, welche auf *D* liegt, ein wenig von da nach dem rothen Ende hin bis etwa $D\frac{1}{2}d$ sich erstreckt, besonders aber von *D* bis $D\frac{1}{3}E$ und als matter Schatten noch weiter nach *E* hin reicht, wird jedoch niemals einen Absorptionsstreif auf ***d*** wahrnehmen.

Digitized by Google

Wenn aber Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure im Essig vorhanden sind, so zeigt sich nach Zusatz der Methylviolettlösung zunächst eine Farbenänderung. Der Essig erscheint dann nicht mehr blauviolett, sondern blau, wenn wenig von jenen Säuren, und blaugrün oder grünlich, wenn mehr von ihnen sich findet. Da nun aber bei einem geringen Gehalte an jenen Säuren die Farbenänderung nicht beträchtlich genug ist, als dass man aus ihr allein mit voller Sicherheit sein Urtheil bilden könnte, so darf man nicht unterlassen, das Spectroskop zu Hilfe zu nehmen. Wir wissen bereits, dass bei Anwesenheit von unorganischen Säuren sich in der Methylviolettlösung ein Absorptionsstreif auf *d* präsentirt, der bei geringfügigen Mengen jener Säuren eine mattdunkle Linie ist, aber bei nur wenig grösserem Gehalte an Säure nach rechts wie nach links sich verbreitert. Wer diesen Absorptionsstreif auf *d* zuerst einmal deutlich sehen will, setze zu einer Mischung von 40 ccm Wasser 10 ccm der oben bezeichneten Methylviolettlösung, füge soviel Schwefelsäure hinzu, dass die Farbe grün erscheint, und prüfe dann mit dem Spectroskope. Er wird einen dunklen Absorptionsstreif auf *D*, von der Absorption des Methylviolett bei *D* bzw. zwischen *D* und *E* aber nichts mehr wahrnehmen. Hat man den bezeichneten Absorptionsstreif auf *d* in der stärker sauren Methylviolettlösung einmal gesehen, so wird man auch die weniger scharf hervortretende Zeichnung desselben in der schwachsauren Lösung sofort erkennen. Es ist allerdings unumgänglich nöthig, dass man dann nicht durch das Band des Methylviolett bei *D* gestört wird. Dieses Band dehnt sich in stark concentrirter Lösung des Farbstoffs bis zu *d* aus und bleibt bei Anwesenheit von nur geringen Mengen einer Mineralsäure erhalten. Deshalb darf man keine zu starke Lösung von Methylviolett und nicht zu viel von derselben anwenden. Dies ist um so mehr nothwendig, als man zur Auffindung des Absorptionsstreifes auf *d* oft durch eine Schicht von 5—7—10 cm Tiefe blicken muss, wie wir dies gleich sehen werden.

Bis zu welch hohem Grade genau diese spectroskopische Probe ist, kann jeder leicht durch einfache Versuche feststellen. Man setze zu 450 ccm Essig 50 ccm der Methylviolettlösung und

Digitized by Google

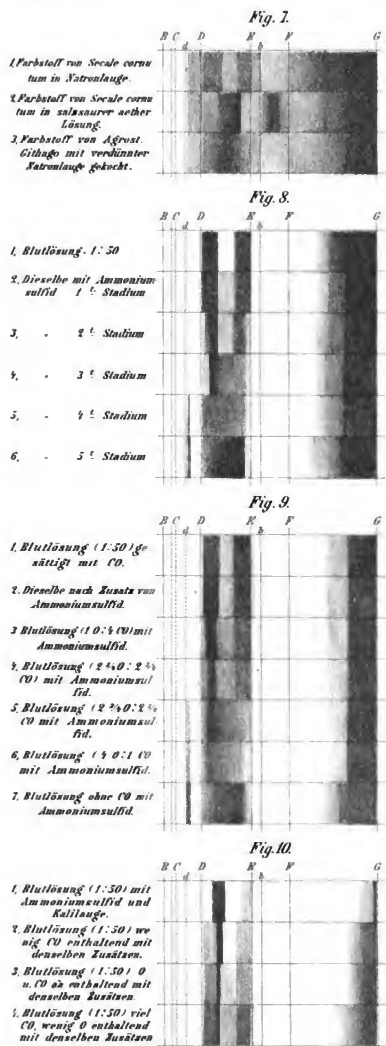
füge sodann 0,1 ccm concentrirter Schwefelsäure hinzu, schüttle und untersuche. Die Farbe wird sehr wenig verändert sein; war sie vor dem Zusatz der Schwefelsäure bläulich-violett, so wird sie jetzt bläulich erscheinen. Prüft man mit dem Spectroskope, so entdeckt man, jedenfalls sobald man durch eine 5—6 cm tiefe Schicht hindurchblickt, neben dem Methylviolettbande bei *D* einen schwachen und schmalen Absorptionsstreif auf *d*. Dass derselbe nicht die atmosphärische Linie δ ist, sieht man, wenn die Schicht auf 7—10 cm vertieft wird; denn dann erscheint er wesentlich breiter und dunkler. Und dass er durch den Schwefelsäurezusatz bedingt wurde, geht daraus hervor, dass er intensiver zu Tage tritt, wenn zu der nämlichen Flüssigkeit noch einmal 0,1 ccm Schwefelsäure zugesetzt wird. Es ist demnach möglich, mittels jener Probe einen Gehalt von 0,2 wasserfreier Schwefelsäure in 1 Liter Essig nachzuweisen.

Durch ähnliche Versuche lässt sich feststellen, dass man in 1000 ccm Essig noch 0,26 g Salpetersäure (d. h. N_2O_5) und noch 0,24 g Chlorwasserstoffsäure (HCl) mit Sicherheit zu erkennen vermag. Der Zusatz dieser minimalen Mengen ist auch hier wiederum nur beim Hindurchblicken durch eine 6—10 cm dicke Schicht, dann aber hinreichend genau, zu constatiren.

Im übrigen kann man durch die soeben beschriebene Probe leicht noch viel geringere Mengen jener Säuren nachweisen, wenn man ein bestimmtes Quantum Essig, etwa 100 ccm, bis auf 3—5 ccm langsam verdunsten lässt und diesen Rest nunmehr nach Zugabe von 0,5 ccm der obigen Methylviolettlösung spectroskopisch prüft. Es gelingt auf diese Weise sehr leicht, noch einen Gehalt von 0,05 g Schwefelsäure in 1 Liter Essig aufzufinden.

Damit dürfte bewiesen sein, dass die hier beschriebene Methode für die Praxis sehr verwendbar ist. Allerdings zeigt das Ergebnis der Prüfung ja nur an, dass eine der mineralischen Säuren (Schwefel-, Salpeter-, Salzsäure) im Essig sich findet. Aber dies genügt sehr häufig, und wenn es nicht genügt, so ist doch durch die Feststellung der Thatsache, dass eine ungehörige Säure dem Essig beigemischt wurde, ein wichtiger Anhaltspunkt für die anderweitige Untersuchung gewonnen.

Digitized by Google



Digitized by Google

Auch mit Tropäolin habe ich Versuche angestellt, weil von verschiedenen Seiten behauptet worden ist, dass dasselbe durch unorganische, nicht aber durch organische Säuren eine carmoisinrothe Farbe annehme. War diese Behauptung richtig und war es ferner richtig, dass auch minutiöse Spuren unorganischer Säuren diese Aenderung der Färbung hervorrufen, so musste Tropäolin ein sehr geeignetes Mittel der Prüfung sein, um so mehr, als eine Lösung dieses Farbstoffs bereits bei geringfügiger Aenderung der Farbe ein wesentlich anderes spectroskopisches Verhalten zeigt. (Es tritt statt der einseitigen Absorption der gelblichen Lösung ein Absorptionsband zwischen *D* und *E* an der Stelle des Fuchsinbandes auf, sobald nur die Lösung einen schwach gelbröthlichen Schein annimmt.) Aber ich kann die Angaben anderer Autoren nicht bestätigen. Allerdings gibt es viele Tropäolinarten, die schon in ihrer Farbe von einander abweichen. Allein ich habe bei keiner derjenigen, welche ich erlangte, einen anderen Unterschied der Einwirkung von organischen und unorganischen Säuren constatiren können, als den, dass letztere bereits in kleiner Menge, die meisten organischen aber erst in etwas grösserer Menge bzw. stärkerer Concentration die Farbe und das spectroskopische Verhalten der Tropäolinlösung ändern. Dies habe ich noch kürzlich an zwei Präparaten festgestellt, welche, mit der Bezeichnung Tropäolin 00 und 000 versehen, durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Jacobsen hierselbst mir überwiesen worden waren. Nach diesem glaube ich vor der Verwendung des Tropäolin zur Prüfung von Nahrungsmitteln auf unorganische Säuren, als vor einem unsicheren Reagens, warnen zu müssen, wie ich dies schon früher bei Gelegenheit anderweitiger Untersuchungen gethan habe.

Spectroskopische Untersuchung von Getreidemehl und Brot auf Mutterkorn, Kornrade und Alaun.

(Dazu Fig. 7 und Fig. 6.)

Bekanntlich ist das Getreidemehl gar nicht selten mit Substanzen verunreinigt oder verfälscht, welche der Gesundheit nach-

Digitized by Google

theilig sind; wir rechnen dahin das Secale cornutum, die Samen von Agrostemma Githago, von Lolium temulentum, von Melampyrum arvense, ferner Gips, Schwerspat, Alaun. Diese ungehörigen Bestandtheile gehen dann in das Brot über, zu dessen Bereitung ab und zu auch noch Kupfer-, und Zinksulfat verwendet werden.

Mehrere der eben aufgezählten Verunreinigungen und Verfälschungen lassen sich nun äusserst einfach und leicht durch das Spectroskop nachweisen. Ich beginne mit der Bestimmung des Secale cornutum. Dass das Vorhandensein desselben im Mehle durch Spectralanalyse zu constatiren sei, haben schon andere gezeigt. Wolff[1]) behandelte das zu untersuchende Mehl mit Aether, dann mit Aether und Mixtura sulphurica acida im Verhältnis von 15 Theilen des ersteren zu 5 Theilen des letzteren. War Secale cornutum anwesend, so wurde die Flüssigkeit roth und ausserdem zeigten sich zwei spectroskopische Bänder, nämlich eines zwischen *D* und *E* und ein anderes zwischen *b* und *F*, sowie auch noch eine matte Absorption im Blau. Petri[2]) setzte zu dem Mehle schwefelsäurehaltigen Alkohol und betrachtete ohne weiteres die erhaltene Lösung mit dem Spectroskope. Einen anderen Theil des Mehles aber versetzte er mit Wasser, sodann mit Amylalkohol, noch einen anderen mit Chloroform. Alle drei Lösungen zeigten nach ihm drei charakteristische Absorptionen, eine zwischen *D* und *E*, die andere zwischen *E* und *F*, die dritte zwischen *F* und *G*. Ich kann diese Angaben im wesentlichen bestätigen, wende jedoch eine andere Methode an, welche ich für eine genauere halte, d. h. von welcher ich glaube, dass sie noch geringere Mengen Secale cornutum mit Sicherheit aufzufinden ermöglicht. Das Verfahren, welches ich anwende, ist folgendes:

Ich übergiesse das zu untersuchende Mehl mit verdünnter Natronlauge (auf 100 ccm Aqua destillata kommen 6 ccm einer Natronlauge von 1,33 spec. Gew.) und zwar 10,0 Mehl mit 100,0 dieser Flüssigkeit, lasse 2—3 Stunden stehen und filtrire. Ist

1) Wolff, Zeitschrift für analyt. Chemie 1879 S. 119.

2) Zeitschrift f. analyt. Chemie 1879 S. 211.

Digitized by Google

Secale cornutum vorhanden, so hat das Filtrat eine schmutzig weinrothe Farbe. Es zeigt dann im Spectroskope bei Verwendung eines dünnwandigen Glases von $2-4^{cm}$ Weite eine allgemeine Beschattung von Blau bis nach D, am stärksten neben D bis $D\frac{1}{3}E$ und auch neben E bis $E\frac{1}{3}D$, an welchen beiden Stellen sie stark verwaschene breite Bänder hervorruft. Von denselben ist das neben D liegende, dem Oxyhämoglobinbande ähnliche, am dunkelsten. Wird aber die alkalische Flüssigkeit nunmehr mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure übersättigt, so färbt sie sich hellrosaroth oder geradezu rosaroth. Setzt man dann Aether hinzu, so nimmt derselbe beim Schütteln rasch den gesammten Farbstoff auf, färbt sich intensiv rosaroth und zeigt zwei deutliche Bänder. Das eine derselben liegt zwischen D und E, nimmt fast genau das mittlere Drittheil des zwischen beiden Linien gelegenen Feldes ein, reicht von 57—63 incl., wenn D auf 50 eingestellt war; bei intensiverer Färbung greift es sogar noch ein wenig mehr nach rechts wie nach links hinüber. Seine Lage ist diejenige des Fuchsinbandes in wässrigen Lösungen. Mit diesen hat es auch noch die anderweitige Aehnlichkeit, dass es die stärkste Dunkelheit an dem nach E hin gelegenen Rande zeigt. Das zweite Band befindet sich zwischen b und F, nimmt den Raum der Scala von 80—85 ein, wenn D auf 50 gestellt war, und steht dem ersten an Intensität ein wenig nach.

Diese sehr einfache Methode ist so genau, dass man mit ihr noch $\frac{1}{8}$ % Secale cornutum im Mehl oder $0,6^{g}$ in $500,0^{g}$ nachzuweisen im Stande ist. Sie wird somit dem praktischen Bedürfnisse vollauf genügen. Man darf jedoch nicht ausser Acht lassen, beim Vorhandensein geringer Mengen Secale, welches sich durch schwache Färbung kundgibt, ein weites Glas von $7-10^{cm}$ Durchmesser zu gebrauchen, oder der Länge nach durch die in einem engeren Glascylinder befindliche Flüssigkeit hindurchzublicken. Rathsam ist es, unter allen Umständen nicht zu grosse Mengen Aether zur Extraction zu verwenden; nothwendig ausserdem, *rasch, d. h. in den ersten 5 Minuten, die spectroskopische Untersuchung vorzunehmen*, weil späterhin die rosarothe Farbe und die Absorptionen matter werden.

Digitized by Google

Das hier beschriebene Verfahren hat noch den grossen Vorzug, dass es auch die chemischen Reactionen in sehr scharfer Weise hervortreten lässt. So darf man behaupten, dass es jede Möglichkeit einer Täuschung ausschliesst. Keine andere im Mehl vorkommende Substanz als Secale cornutum ertheilt dem Aether bei obiger Art der Behandlung eine solche Farbe, ein solches spectroskopisches Verhalten. Die einfache Extraction mit Alkohol oder Aether führt denselben nämlich auch das vorhandene Chlorophyll zu, und die Absorptionen, welche letzteres im Spectrum zu Tage treten lässt, könnten das Urtheil, ob auch Secale cornutum anwesend sei, sehr erschweren. Eine ätherische Chlorophylllösung, der man ein wenig Acid. sulphuricum dilutum zusetzte, zeigt sogar eine Absorption (von *b* bis *F*), welche mit dem einen Bande der ätherischen Mutterkornlösung fast genau zusammenfällt. Bei der von mir angegebenen Methode ist, wie gesagt, eine Trübung des Urtheils nicht möglich. Denn Chlorophyll wird von einer verdünnten Natronlauge, mit der ich ja das Mehl übergiesse, gelblichgrün gelöst und durch überschüssige Schwefelsäure wird diese Farbe nicht nur nicht rosaroth, sondern sogar völlig vernichtet. Ausserdem nimmt Aether weder aus der natronhaltigen, noch aus der angesäuerten Chlorophylllösung Farbstoff auf.

Nach gleicher Methode kann man auch Brot auf Secale cornutum untersuchen. Zu dem Zwecke nimmt man 100,0 desselben, zerkleinert es, übergiesst es mit 50,0 verdünnter Natronlauge, lässt es 3 Stunden stehen, filtrirt, setzt Chlorwasserstoffsäure im Ueberschuss zu und schüttelt dann mit Aether in der beschriebenen Weise.

Das Vorhandensein des Samens der Kornrade (Agrostemma Githago) im Mehle bzw. Brote weist man spectroskopisch durch folgendes Verfahren nach: Man versetzt das Mehl bzw. das zerkleinerte Brot mit verdünnter Natronlauge, rührt stark um und kocht. Ist Kornradesamen anwesend, so entsteht bald eine fahlgelbe Farbe, die sehr rasch in ein intensives Kupferroth übergeht. Weitere Erhitzung verändert letzteres in Gelblichroth. Sobald die Kupferröthe sich zu zeigen beginnt, kühlt man rasch

Digitized by Google

ab und untersucht dann die Flüssigkeit mittels des Spectroskopes. Es zeigt sich eine sehr deutliche Absorption zwischen *D* und *E*, am stärksten in der Mitte, am schwächsten beiderseits nach *D* und *E* hin. Dieses Band hat also in Bezug auf seine Lage grosse Aehnlichkeit mit dem einen Bande des Secale cornutum. Eine Verwechslung ist unmöglich; denn erstens ist die Absorption, von welcher hier geredet wird, durch Erhitzen einer alkalischen Lösung erzielt, und zweitens fehlt das zweite Band des Secale cornutum zwischen *b* und *F*. — Ich füge hinzu, dass die durch Erhitzen gewonnene kupferrothe Flüssigkeit durch Acid. hydrochloratum, auch durch Acid. aceticum gelb wird, dass Amylalkohol sowie Aether aus der angesäuerten gelben Flüssigkeit rasch den sämmtlichen Farbstoff extrahiren, während sie aus der kupferrothen, alkalischen Lösung nichts von demselben aufnehmen, endlich dass die saure gelbe amylalkoholische Lösung nur eine einseitige Absorption vom blauen Ende bis *b*, nach Zusatz von überschüssiger Kalilauge aber unter Hervortreten violettrother Farbe das soeben beschriebene Absorptionsband zwischen *D* und *E* erzeugt. Es sei auch noch bemerkt, dass der betreffende Farbstoff in den schwarzen Hüllen der Samen enthalten ist.

Zum Nachweise des Alaun im Mehl und Brot bedient man sich gewöhnlich jener Methode, nach der man die Asche auf den Gehalt an Thonerde prüft, oder der andern, nach der man die Lösung des Campecheholzfarbstoffes zu einem wässrigen Extracte jener Substanzen (oder direct) zusetzt und aus der Farbenänderung seinen Schluss zieht. Die erstgenannte Methode ist sicher, aber umständlich, die zweite ist für sich allein völlig ungenügend, unter Beihilfe der spectroskopischen Untersuchung dagegen vortrefflich und durchaus ausreichend.

Will man sie anwenden, so verfährt man in folgender Weise:

Das zu untersuchende Mehl wird ohne weiteres, das Brot erst nach erfolgter Trocknung und Pulverisirung mit destillirtem Wasser (etwa im Verhältnis von 1 : 10) übergossen und gehörig verrührt. Dann filtrirt man und prüft zunächst die Reaction des Filtrates; ist dieselbe sauer, so setzt man ein wenig Natrium-

Digitized by Google

carbonat bis zur schwachen Alkalisirung zu[1]). Alsdann giesst man zu einer Hälfte des Filtrates einige Tropfen concentrirter neutraler Lösung von Campecheholzfarbstoff und prüft Farbe, wie spectroskopisches Verhalten, jedoch nicht sofort, sondern erst nach etwa 5 Minuten. Ist Alaun anwesend, so erscheint die Farbe bläulich oder blauviolett oder auch violett, je nach der Menge des Alauns; ausserdem aber findet man bei spectroskopischer Betrachtung dasselbe Bild, welches beschrieben wurde, als vom Nachweise des Alauns im Weine durch Campecheholzfarbe die Rede war, d. h. eine Absorption von D bis d und eine andere von D bis $D\frac{1}{4}E$ oder $D\frac{1}{2}E$. Um dieses Bild, welches höchst charakteristisch ist, aufzufinden, bedarf es hier der nämlichen Cautelen, wie bei der Untersuchung des Weines; ich beziehe mich deshalb auf das früher Gesagte.

Ist das Resultat ein negatives, so nimmt man den Rest des alkalischen Filtrates, dickt ihn bis auf ein Viertheil oder eventuell noch weiter ein, filtrirt, wenn Trübung eintritt, noch einmal, setzt dann ein wenig concentrirte Lösung des Campecheholzfarbstoffes zu und prüft nun aufs neue Farbe wie spectroskopisches Verhalten. Auf diese Weise lassen sich auch sehr geringfügige Mengen von Alaun, jedenfalls noch 0,10—0,15 % mit Bestimmtheit erkennen.

Die Anwesenheit von Kupfervitriol im Brote würde übrigens eine dem Alaun ähnliche Einwirkung auf Campecheholzfarbstoff in alkalischer Lösung hervorrufen, insbesondere ein fast völlig identisches spectroskopisches Bild erzeugen. Es ist deshalb nöthig, dass man zuvor das Nichtvorhandensein von Kupfervitriol feststellt, ehe man das Ergebnis der Campecheholzprobe auf Alaun bezieht. Zu diesem Ende zieht man zerkleinertes Brot mit destillirtem Wasser aus, filtrirt und versetzt eine Hälfte des Filtrates mit einer Lösung von Ferrocyankalium, die andere mit Liq. Amm. caust. Tritt bei ersterem Zusatze röthliche, bei letzterem blaue Färbung ein, so ist Kupfervitriol vorhanden.

---

1) Der Leser vergleiche das über den Nachweis von Alaun im Wein Gesagte Bd. 1 S. 497 dieses Archivs.

Digitized by Google

Der Nachweis von Kohlenoxyd in der Luft.

(Fig. 8, 9 und 10.)

Der Nachweis von Kohlenoxyd in der Luft der Binnenräume ist nach der neuen Methode v. Fodor's[1]) ziemlich sicher auch dann zu erbringen, wenn nur sehr geringfügige Mengen dieses Gases vorhanden sind. Gelingt es doch mit jenem Verfahren, meist noch einen Kohlenoxydgehalt von 1 : 10000, ja noch von 1 : 20000 aufzufinden. Aber dasselbe ist umständlich und erfordert grosse Uebung, wenn man ein genaues Resultat erlangen will. Für wissenschaftliche Untersuchungen wird es seinen hohen Werth behalten, für die Praxis dagegen wenig in Anwendung kommen. Aus diesem Grunde habe ich mich bemüht, die einfache spectroskopische Kohlenoxydprobe, die mit voller Sicherheit ja nur einen CO-Gehalt von 2,5 : 1000 anzeigt, so zu verbessern, dass sie für praktische Zwecke vollauf genügt. Da unter Umständen ein Gehalt von 0,6 : 1000, bei längerer Einwirkung sogar schon von 0,4 : 1000 unverkennbar toxisch auf den Menschen einwirken kann[2]) — dies ist z. B. bei mir der Fall —, so muss die Probe mindestens diesen letztbezeichneten Gehalt bestimmt anzeigen. Ehe ich nun dazu schreite, die Einzelheiten des Verfahrens vorzuführen, schicke ich, um des besseren Verständnisses willen, folgendes vorauf:

Es ist bekannt, dass sauerstoffhaltiges, kohlenoxydfreies Blut nach dem Zusatze von Ammoniumsulfid sich in charakteristischer Weise verändert. Benutzt man eine Blutlösung von 1 : 50, so

1) v. Fodor, D. Vierteljahrsschrift f. öff. Gesundheitspflege Bd. 12 Heft 3.

2) Gruber glaubt, dass die Grenze der Schädlichkeit des Kohlenoxydgases bei 0,05 % liege, dass geringere Concentrationen unschädlich seien. Thierversuche können nicht darüber entscheiden, ob dies für den Menschen zutrifft, sondern lediglich Beobachtungen an letzterem selbst. Ich selbst verspüre nun nach halbstündigem Einathmen einer nur 0,4 ‰ Kohlenoxyd haltenden Luft Kopfschmerz, Hitze in den Wangen und Schlagen der Schläfenarterien, auch leichten Schwindel und hinterher erhebliche Mattigkeit. Diese Symptome zeigen doch eine Intoxication an. Gewiss gibt es auch in Bezug auf die schädliche Wirkung kleiner Mengen CO individuelle Verschiedenheiten; um so vorsichtiger aber sei man in der Normirung der Grenzziffer.

Digitized by Google

erscheint dieselbe unmittelbar nach jenem Zusatze in gelblichrother Färbung; späterhin wird letztere weinroth. Ausserdem verschwinden die beiden spectroskopischen Bänder und an deren Stelle tritt das Reductionsband, während sich weiter nach dem rothen Ende des Spectrums zwischen *D* und *C* ein schmaler, matter Absorptionsstreif bildet. Alle diese Veränderungen nun bedürfen einer präciseren Darstellung.

Der Zusatz von Ammoniumsulfid zu einer Blutlösung (1 : 50) bewirkt zuerst nur die erwähnte gelblichrothe Färbung, aber noch keine Aenderung des Verhaltens der Oxyhämoglobinbänder oder des Intervalles zwischen denselben. Allmählich aber (wenn man 3 Tropfen Ammoniumsulfid auf 10 ccm einer solchen frisch bereiteten Rindsblutlösung zusetzt und letztere eine Temperatur von 15° C. hat, nach Ablauf von 3⅓ Minuten) tritt eine Veränderung dieser Bänder ein. Sie werden verwaschener, auch weniger dunkel, und der zwischen ihnen befindliche Raum erscheint trüber. Dann beginnen beide Oxyhämoglobinbänder fast gleichzeitig sich von der *D*- resp. *E*-Linie abzuheben und sich einander etwas zu nähern. Man erkennt dies sehr deutlich und leicht daran, dass beide eben genannten Linien nebst ihrer unmittelbaren Nachbarschaft klar wahrnehmbar werden, während sie vorher mit den Rändern der Bänder zusammenfielen. Hat jene Annäherung sich vollzogen, so trübt sich der schmäler gewordene Zwischenraum noch mehr und gleich darauf verschwimmt derselbe mit den verwaschenen Bändern zu einem einzigen breiten Absorptionsband. Letzteres ist bei seiner Bildung noch gleichmässig oder fast gleichmässig dunkel. Im weiteren Verlaufe dunkelt aber die der *E*-Linie nähere Hälfte mehr als die andere, ein Punkt, welcher einer besonderen Beachtung werth ist. — Mit der Bildung des Reductionsbandes vollzieht sich der Uebergang der gelblichrothen in die weinrothe Farbe.

Betrachtet man ein mit Ammoniumsulfid versetztes Blut, welches bereits das Reductionsband zeigt, näher mit dem Spectroskope, so entdeckt man, wie schon angedeutet, einen schmalen Absorptionsstreifen zwischen *D* und *C*. Derselbe fällt nicht mit

Digitized by Google

letztgenannter Linie zusammen, auch nicht einmal mit der Linie *d*, sondern liegt hart neben der letzteren nach *D* hin, genau auf 42, wenn *C* auf 34 und *D* auf 50 gestellt ist. Der schmale Streif bildet sich nicht sofort nach dem Zusatze des Ammoniumsulfids, sondern immer erst um die Zeit, in welcher die Oxyhämoglobinbänder zu verschwinden beginnen, und nimmt allmählich an Intensität zu.

Schüttelt man eine Blutlösung, die nach Zumischung des Ammoniumsulfids das Reductionsband darbietet, mit atmosphärischer Luft, so kehren die Oxyhämoglobinbänder in der früheren Intensität, Breite und scharfen Begrenzung wieder, nehmen auch genau die Lage ein, welche sie vor dem Zusatze des Reagens inne hatten. In der ruhenden Flüssigkeit bildet sich dann sehr rasch das Reductionsband zurück.

Wird zu dem mit Ammoniumsulfid versetzten, das Reductionsband zeigenden Blute etwas 10% Kali- oder Natronlauge hinzugefügt, so verschwindet jenes Band unter allmählichem Abblassen, und es tritt die Absorption des reducirten Hämatins oder Hämochromogens hervor, d. h. es bildet sich fast auf der Mitte des zwischen *D* und *E* gelegenen Feldes, doch etwas näher nach *D* hin, ein sehr dunkler Absorptionsstreif und ein zweiter, viel matterer, auf *E*, sowie rechts und links von dieser Linie, während die schmale Absorption neben *d* ein wenig matter wird. Schüttelt man nach dem Auftreten der Absorption des Hämochromogens, so zeigt sich sofort wieder die ursprüngliche Absorption des Oxyhämoglobins in den bekannten beiden Bändern unter Verschwinden der beiden Absorptionsbänder des Hämochromogens. Ruhiges Stehenlassen bewirkt dann, dass letztere nach und nach wieder zum Vorschein kommen. Es findet dies in der Weise statt, dass sich zunächst in dem Intervall zwischen den beiden Oxyhämoglobinbändern ganz hart am Rande des *D*-Bandes ein dunkler, linienartiger Streif bildet, dass dann unter Verbreiterung des letzteren die Oxyhämoglobinbänder abblassen, schliesslich verschwinden, und nun auch noch die matte Absorption auf resp. neben *E* zum Vorschein kommt.

Digitized by Google

Setzt man zu einer Blutlösung von 1 : 50 etwas Schwefelwasserstoffwasser, so wird die Farbe sehr rasch bräunlichgelb; die Oxyhämoglobinbänder blassen ab, und es tritt eine ziemlich starke Absorption in Form eines dunklen Streifens auf *d* hervor, der eine völlig gleichmässige Schattirung zeigt.

Wird eine Blutlösung von 1 : 50 vollkommen mit Kohlenoxyd gesättigt, so erscheint sie intensiv carmoisinroth und zeigt folgendes spectroskopische Verhalten:

Es befinden sich zwischen *D* und *E* zwei Bänder, die fast genau die Lage und das Aussehen der Oxyhämoglobinbänder haben, aber, zumal das *D*-Band, ein klein wenig mehr nach dem blauen Ende gerückt sind. Ausserdem ist das etwas schmälere Intervall zwischen den beiden Bändern trüber als im O-haltigen Blute von gleich starker Verdünnung.

Zusatz von Ammoniumsulfid macht die Blutbänder ein klein wenig verwaschener, ruft aber kein Reductionsband und keinen Absorptionsstreif auf *d* hervor. Auch tritt durch diesen Zusatz keine Weinrothfärbung ein, immer vorausgesetzt, dass die Blutlösung vollständig mit Kohlenoxyd gesättigt war. Ausserdem betone ich, dass eine derartige Blutlösung durchaus nicht die Absorption des Hämochromogens darbietet, wenn man sie nach Hinzufügung von Ammoniumsulfid und weiterhin von Kalilauge spectroskopisch betrachtet. — Setzt man aber zu einer mit CO gesättigten Blutlösung etwas Schwefelwasserstoffwasser und schüttelt, so zeigt sich ein linienartiger dunkler Absorptionsstreif neben *d* nach *D* hin, der ungemein charakteristisch ist und sich von dem breiteren Absorptionsstreif leicht unterscheiden lässt, welchen Schwefelwasserstoffwasser in O-haltiger Blutlösung hervorbringt.

Von sehr grossem Belang ist es aber auch, zu wissen, wie sich eine Blutlösung verhält, welche neben CO-Hämoglobin noch O-Hämoglobin hat. Bei der Untersuchung einer solchen Lösung bewährt sich das Spectroskop in der allerglänzendsten Weise. Setzt man zu ihr Ammoniumsulfid, so tritt die Weinrothfärbung langsamer ein als in einem Blute, welches nur

Digitized by Google

O-Hämoglobin enthält, was man durch Vergleich jederzeit leicht feststellen kann; es zeigt sich ferner ein Abblassen der beiden Bänder, eine Annäherung derselben an einander, eine mehr oder weniger starke Trübung des Intervalls, aber keine Bildung eines vollen Reductionsbandes, wie es oben beschrieben ist. Wenn nämlich ein solches entsteht, so zeigt es nicht die Prävalenz der Dunkelheit auf der *E*-Hälfte; auch entsteht es entschieden langsamer als in dem nur O enthaltenden Blute. Schüttelt man die betreffende Blutlösung, welche O und CO enthält, nach stattgehabter Einwirkung des Ammoniumsulfids mit atmosphärischer Luft, so sieht man die Blutbänder in der Lage und Intensität der Oxyhämoglobinbänder, das Intervall klarer, jedoch nicht völlig klar, bis nach und nach das eben besprochene Bild unvollständiger Reduction wieder hervortritt.

Fügt man zu der CO- und O-haltigen Blutlösung zuerst Ammoniumsulfid und weiterhin Kalilauge, so zeigen sich die beiden Blutbänder viel matter und schmäler, verschwinden jedoch nicht. Zwischen ihnen erblickt man (Fig. 10) einen schmalen dunklen Streifen, der beim Schütteln der Flüssigkeit unter gleichzeitigem Dunklerwerden der beiden Blutbänder verschwindet, um bei ruhigem Stehenlassen wieder zu erscheinen. Auf diese Probe muss man viel geben, da eine Blutlösung, welche ganz mit CO gesättigt ist, wie schon gesagt, nach Zusatz obiger Agentien absolut keine Andeutung der Absorption des Hämochromogens zeigt.

Es liegt nun auf der Hand, dass eine Blutlösung sich etwas anders verhalten wird, je nachdem der Gehalt an O über denjenigen an CO hinausreicht oder hinter ihm zurücksteht. Prävalirt das O, so wird nach Zusatz von Ammoniumsulfid das Reductionsband ziemlich rasch und fast vollständig sich bilden, der dunkle Absorptionsstreif des Hämochromogens nach Zusatz von Ammoniumsulfid und Kalilauge deutlicher und breiter zu Tage treten. Prävalirt dagegen das CO, so wird Ammoniumsulfid nur ein schwaches Abblassen der Blutbänder, Ammoniumsulfid plus Kalilauge kaum die Andeutung des Absorptionsstreifs vom Hämochromogen hervorrufen. Es lassen sich demnach

Digitized by Google

aus der Stärke, in der die einzelnen Veränderungen sich zeigen, und aus der Zeit, die von dem Zusatz der Reagentien bis zum Auftreten dieser Veränderungen verstreicht, belangreiche Schlüsse bezüglich der Prävalenz von O oder CO ziehen und damit wichtige Anhaltspunkte sowohl für die Untersuchung des Blutes nach einer CO-Intoxication, als auch für die Prüfung der Luft auf CO gewinnen. Letzteres soll nun näher verfolgt werden.

Als ein Hauptübelstand der gewöhnlichen spectroskopischen CO-Luftprobe wurde bislang immer angesehen, dass sie ein unsicheres oder völlig negatives Resultat ergab, wenn die betreffende Blutlösung nur wenig CO absorbirt hatte, und deshalb neben dem Kohlenoxydhämoglobin noch erhebliche Mengen Oxyhämoglobin enthielt. Man glaubte, dass die Anwesenheit des letzteren die Erkennung des ersteren verhindere. So spricht sich noch vor kurzem Gruber[1]) aus. »Diese Reaction«, sagt er, »hat nur geringe Schärfe, sobald es sich um kleine Mengen Kohlenoxyd handelt und unverdünntes oder wenig verdünntes Blut zur Absorption des Gases verwandt wird. Denn da sich dann die geringe Menge Kohlenoxydhämoglobin unter viel Oxyhämoglobin vertheilt, welches letztere unter dem Einflusse von Reductionsmitteln den breiten Absorptionsstreif des reducirten Hämoglobins annimmt, so kommt es, dass dieser breite und intensive Streif den Zwischenraum der beiden Kohlenoxydhämoglobinstreifen ausfüllt und so die Erkennung der letzteren verhindert.« Diese Sätze beziehen sich allerdings, wie ihr Wortlaut aussagt, auf den Versuch, mit wenig verdünntem Blute CO finden zu wollen. Der Autor fügt hinzu, und dies ist zweifellos richtig, dass die Verwendung hochgradig verdünnten Blutes die Probe um vieles sicherer gestalte, weil dann die Menge des gleichzeitig vorhandenen Oxyhämoglobins relativ geringer sei. Aber man betrachtete immerhin noch die Anwesenheit des letzteren als störend und glaubte, auch bei Anwendung stark verdünnten Blutes doch

1) Gruber in diesem Archiv 1883 S. 147.

Digitized by Google

nicht mehr als 2,5 ‰ CO nachweisen zu können. Ich bin nun der Meinung, dass sie gar nicht störend ist für denjenigen, welcher mit der verschiedenen Wirkung der Reagentien auf Kohlenoxyd- und Oxyhämoglobin sich hinreichend bekannt gemacht hat.

Schüttelt man eine Blutlösung von 1 : 50 mit Kohlenoxydhaltiger Luft, so kann entweder sämmtliches Hämoglobin zu Kohlenoxydhämoglobin werden oder nicht. In ersterem Falle ist der Nachweis ja leicht und braucht nicht weiter besprochen zu werden. Ist aber so wenig Kohlenoxyd vorhanden, dass neben dem Kohlenoxydhämoglobin noch Oxyhämoglobin verbleibt, so zeigt sich dies durch folgende Merkmale an:

1. die Farbe ist etwas intensiver roth als die nämliche Blutlösung, wenn sie nicht mit CO-haltiger Luft geschüttelt wird. Dies Merkmal gibt wenig Sicherheit, wenn O über CO im Blute prävalirt;

2. das Intervall zwischen den beiden Blutbändern erscheint trüber als in der Vergleichsblutlösung;

3. das *D*-Band ist etwas von der *D*-Linie abgerückt, was in der Vergleichsblutlösung nicht der Fall ist;

4. Zusatz von Ammoniumsulfid bewirkt langsamer, als in der Vergleichsblutlösung, eine Aenderung des spectroskopischen Verhaltens und erzeugt ein weniger vollständiges Reductionsband. Ist nur eine sehr geringe Menge von Oxyhämoglobin vorhanden, so bleiben nach dem Zusatze des Ammoniumsulfid die Blutbänder bestehen, aber sie erscheinen verwaschen mit verdunkeltem Intervall. Ist viel Oxyhämoglobin vorhanden, so verschwinden die beiden Blutbänder vollständig oder fast vollständig als isolirte Absorptionen; es bildet sich eine einzige, fast das ganze Feld von *D* bis *E* ausfüllende Absorption, die entweder gleichmässig dunkel oder nahe bei *D* am dunkelsten erscheint. Schüttelt man die Ammoniumsulfidblutlösung mit atmosphärischer Luft, so wird, wenn wenig CO in der Blutlösung vorhanden war, das spectroskopische Bild sehr stark, wenn viel CO vorhanden war, sehr wenig, aber doch etwas verändert;

Digitized by Google

5. setzt man zu der mit Ammoniumsulfid vermischten Blutlösung nach constatirter Einwirkung des Reagens noch etwas 10proc. Kalilauge, so zeigt sich, wenn viel CO vorhanden war, keine Absorption des Hämochromogens oder nur eine Andeutung derselben unter Persistenz der Blutbänder, die nur ein wenig matter und verwaschener als in der ebenso behandelten Vergleichsblutlösung sich präsentiren. War wenig CO vorhanden, so zeigt sich der dunkle Absorptionsstreif des Hämochromogens etwa auf der Mitte zwischen *D* und *E*, aber weniger dunkel und vor allem weniger breit, als in der ebenso behandelten Vergleichsblutlösung; die beiden Blutbänder verschwinden fast vollständig, bleiben nur als ganz matte Absorptionen schwach erkennbar. Schüttelt man alsdann mit atmosphärischer Luft, so tritt in letzterem Falle, also bei geringem CO-Gehalte, eine bedeutsame Aenderung des spectroskopischen Verhaltens, in ersterem Falle, bei starkem CO-Gehalte, eine nur schwache Aenderung desselben hervor;

6. Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser, 5 Tropfen desselben auf 5^{ccm} der Blutlösung, bewirkt in letzterer, falls CO vorhanden war, langsamer, als in der Vergleichsblutlösung, eine Aenderung der Farbe und ruft ausserdem eine Aenderung in dem Verhalten des auf resp. neben *d* erscheinenden Absorptionsstreifs hervor. Je mehr CO vorhanden war, desto mehr concentrirt sich die Dunkelheit dieses Streifs auf seinem nach *D* gelegenen Rande.

Von obigen Zeichen sind die unter 4 und 5 notirten diejenigen, auf welche das Hauptgewicht zu legen ist. Aus diesem Grunde wurden auch in der voraufgehenden Besprechung alle Veränderungen eingehend erörtert, welche bei einem nicht kohlenoxydhaltigen und einem kohlenoxydhaltigen Blute nach Zusatz von Ammoniumsulfid bezw. Ammoniumsulfid und Kalilauge eintreten. Uebt man sich auf die Erkennung dieser Veränderungen ein und hält man dabei stets die Vergleichsblutlösung zur Hand, selbstverständlich in gleich weitem, gleich dünnwandigem Glase, so ist man in kürzester Frist sehr wohl im Stande, auch sehr kleine Mengen Kohlenoxydhämoglobin neben vielem Oxyhämo-

Digitized by Google

globin aufzufinden. Ich mache insbesondere auf den hohen Werth aufmerksam, den für die Erkennung kleiner Mengen Kohlenoxydhämoglobins das genaue Studium der Beschaffenheit des Reductionsbandes im kohlenoxydfreien Blute hat, weil die Anwesenheit schon sehr geringer Quantitäten Kohlenoxydhämoglobins Aenderungen des spectroskopischen Verhaltens hervorruft, welche bei oberflächlicher Betrachtung leicht entgehen und doch hinreichend charakteristisch sind, um einen Schluss zu gestatten.

Die praktische Ausführung des Verfahrens der Untersuchung von Luft auf Kohlenoxyd ergibt sich nach dem Gesagten von selbst. Man bereitet aus frischem Rindsblute und destillirtem Wasser eine Lösung von 1:50, misst von derselben 50 ccm ab, und giesst sie in eine etwa 2—4 Liter fassende Glasflasche, nachdem man diese zuvor mit der zu untersuchenden Luft gefüllt hatte. Dann verschliesst man und schüttelt nunmehr stark, so dass die Flüssigkeit ringsum an der Wandung sich vertheilt, stellt 2 Minuten hin, schüttelt aufs neue und wiederholt dies vier- bis fünfmal. Dann entleert man die Blutlösung, prüft zunächst die Farbe derselben durch einen Vergleich mit der nicht zur Untersuchung verwendeten Blutlösung und schreitet weiterhin zur spectroskopischen Betrachtung. Zu dieser verwendet man farblose Gläser von 1 cm Weite und prüft bei Tages- nicht bei Gaslicht. Zum Anhalte dienen die Notizen, welche vorhin bezüglich der Merkmale des kohlenoxydhaltigen Blutes gegeben wurden; vor Täuschung aber sichert am besten die stete chemisch-spectroskopische Mitprüfung der Vergleichsblutlösung.

Bildet sich nach dem Zusatze von Ammoniumsulfid das Reductionsband ganz in der Weise wie im gewöhnlichen Blute, so sind alle weiteren Proben überflüssig. Dasselbe ist der Fall, wenn nach dem Zusatze von Ammoniumsulfid nicht die geringste Aenderung im Verhalten der Blutbänder eintritt. Zeigt sich aber irgend eine Aenderung desselben oder ist das sich bildende Reductionsband verschieden von demjenigen, welches im kohlenoxydfreien Blute durch jenes Reagens entsteht, so wird man auf

Digitized by Google

Grundlage der vorhin gegebenen Anhaltspunkte des Weiteren zu prüfen haben. Eine Probe wird dann die andere unterstützen und controliren.

Sehr zweckmässig ist es auch, die zu untersuchende Luft mit einer Blutlösung zu schütteln, welche man vorher mit Ammoniumsulfid versetzte und in welcher man die vollständig normale Bildung des Reductionsbandes constatirte. Ist in der Luft nur etwas Kohlenoxyd, so wird man nach dem Schütteln in der entleerten Flüssigkeit Kohlenoxyd- und Oxyhämoglobin haben. Letzteres wird allmählich wieder reducirt, ersteres aber nicht, und so bietet sich nach einem Stehenlassen von etwa 15 Minuten ein anderes Bild, als vorher, ehe man die Blutlösung mit der Luft schüttelte. Dieses Bild muss verschieden sein je nach dem gegenseitigen quantitativen Verhältnis des Oxy- zu dem Kohlenoxydhämoglobin, ist aber doch, selbst bei geringfügiger Menge des letzteren, charakteristisch genug, um einen Schluss zu gestatten, wenn man es nur mit dem zuerst gewonnenen Bilde vergleicht. Die Veränderungen, die man vorfindet, sind dann die nämlichen, wie diejenigen, welche sich einstellen, wenn man eine CO- oder CO- + O-haltige Blutlösung mit Ammoniumsulfid behandelt, nur dass in diesem letzteren Falle die Absorption auf *d* kaum bemerkbar ist, während sie stärker hervortritt, wenn man eine zuvor mit Ammoniumsulfid versetzte Blutlösung mit einer kohlenoxydhaltigen Luft schüttelt (Fig. 9).

Noch augenfälliger ist die Wirkung des CO, wenn man eine Blutlösung verwendet, welche nach der Behandlung mit Ammoniumsulfid und Kalilauge keine Spur der Blutbänder oder des Reductionsbandes, sondern nur die charakteristische Absorption des Hämochromogens darbietet. Schüttelt man eine solche Lösung mit einer Luft, welche auch nur sehr geringe Mengen von Kohlenoxyd enthält, so zeigt sich bei ruhigem Stehenlassen nicht wieder das vorige spectroskopische Bild, sondern eine weniger intensive Absorption des Hämochromogens und daneben mehr oder weniger starke CO-Hämoglobinbänder. Täuschungen sind

Digitized by Google

hierbei durchaus unmöglich und deshalb empfehle ich gerade diese Probe auf das Angelegentlichste (Fig. 10).

Handelt man nach den soeben dargelegten Sätzen, so wird man stets zum Ziele gelangen. Ueber die Genauigkeit der Proben sollen weiter unten nähere Mittheilungen erfolgen; ich beschränke mich hier darauf, zu bemerken, dass ich mit dem beschriebenen Verfahren sicher noch einen Gehalt von 0,33‰ CO aufzufinden im Stande bin. Dasselbe dürfte also den Anforderungen der Praxis genügen. Man kann überdies seine Genauigkeit noch steigern, wenn man die nämliche Blutlösung zwei- oder dreimal nacheinander, jedesmal mit einem neuen Quantum der zu untersuchenden Luft schüttelt, sobald sich nach dem ersten Male bei Prüfung einer kleinen Portion der Blutlösung ein nicht hinreichendes positives Resultat ergeben sollte.

Die Einübung des Verfahrens wird sehr erleichtert, wenn man in folgender Weise zu Werke geht:

Man stellt sich eine frische Blutlösung von 1:50 her und sättigt sie vollkommen mit Kohlenoxyd. Es ist hierzu ein grösseres Quantum nöthig, als nach der Theorie erwartet wird[1]), da das Blut nicht alles ihm dargebotene CO absorbirt, auch wenn es sehr langsam übermittelt wird. Hat man die Lösung voll gesättigt, was an der Farbe, noch sicherer aber am chemisch-spectroskopischen Verhalten erkannt wird, so vermischt man 5 ccm dieser Lösung mit ebensovielen Cubikcentimetern der gleichstarken, aber kohlenoxydfreien Blutlösung. Nunmehr prüft man Farbe wie spectroskopisches Verhalten, mischt darauf 4 andere Cubikcentimeter der CO-Blutlösung mit 6 ccm der CO-freien Blutlösung, prüft aufs neue und wiederholt dies unter allmählicher Verringerung des Quantums der CO-Blutlösung, sowie entsprechender Steigerung des Quantums der CO-freien Blutlösung. Fixirt man noch dazu das Ergebnis der Spectroskopie in einer Zeichnung, so hat man vortreffliche Anhaltspunkte für fernere Untersuchungen, nicht

1) 1 ccm Blut kann im Maximum 0,17 ccm CO aufnehmen; ist dies Gas aber verdünnt, so bedarf man mindestens der doppelten Menge, um die volle Sättigung zu erzielen.

Digitized by Google

minder aber auch für die quantitative Bestimmung des CO-Gehaltes einer Luft, wenn eine solche Bestimmung auch nur eine annähernde sein kann.

Versuche über die Genauigkeit der vorstehend beschriebenen Kohlenoxydblutprobe.

Das Kohlenoxyd, dessen ich zu den nachfolgenden Versuchen mich bediente, stellte ich aus Oxalsäure und Schwefelsäure her, indem ich die gleichzeitig entstehende Kohlensäure durch Schütteln mit Kalihydrat entfernte. Gesammelt wurde das Gas in einem Gasometer von 6 Liter Inhalt. Sollte es ausströmen, so geschah dies an einer oberen, verschliessbaren Oeffnung, an welcher eine Cannüle mit Gummischlauch anzubringen war. Die Verdrängung fand durch Wasser statt, dessen Zufluss genau regulirt wurde. So war ich im Stande, mir eine Luft mit beliebigem Kohlenoxydgehalte zu schaffen. Ich füllte zu dem Zwecke einen zweiten grösseren Gasometer mit atmosphärischer Luft und gemessenen Mengen des im ersten Gasometer gesammelten Kohlenoxyds. Zur Prüfung des Gemisches wandte ich eine Glasflasche von 2000 ccm Inhalt an, die einen doppelt durchbohrten Kautschukkork hatte. Durch die eine Oeffnung desselben leitete ich mittels einer bis auf den Boden der Flasche reichenden Cannüle das Gemisch und zwar so lange, bis gegen 10 Liter hindurch getreten waren, zog die Cannüle aus, goss durch die eine Oeffnung rasch 30 ccm einer Blutlösung von 1 : 50 ein, verschloss beide Oeffnungen, schüttelte stark, stellte hin, schüttelte aufs neue, wiederholte dies noch einigemal und liess dann 15 Minuten ruhig stehen. Alsdann wurde die entleerte Flüssigkeit geprüft.

1. Versuch. Ich füllte die Glasflasche mit einem Luftgemisch, welches 1‰ Kohlenoxyd enthielt und verfuhr, wie oben beschrieben ist. Als die Blutflüssigkeit entleert war, zeigte sie eine etwas röthere Farbe, als die Vergleichsblutlösung. Die Blutbänder hatten die Lage und das Aussehen der Oxyhämoglobinabsorptionen; aber das Intervall zwischen ihnen war etwas trübe. — Als zu 5 ccm der Blutlösung zwei Tropfen Ammoniumsulfid gegossen und gemischt waren, trat erst nach 4½ Minuten, oder

Digitized by Google

1 Minute 5 Secunden später als in der Vergleichsblutlösung, Aenderung der Farbe ein, und während in der Vergleichsblutlösung schon mit 2 Minuten 20 Secunden die scharfe Markirung der Ränder beider Blutbänder abnahm, begann dies in der zu prüfenden Blutlösung erst mit 3 Minuten 30 Secunden. Auch bildete sich in letzterer kein vollständiges Reductionsband, da der nahe bei *D* gelegene Theil des Feldes dunkler sich präsentirte, als der nahe bei *E* gelegene.

Zusatz von Aetzkalilauge zu der Ammoniumsulfid-Blutlösung rief einen dunklen Absorptionsstreif zwischen *D* und *E* nach der Mitte zwischen diesen Linien hervor; derselbe war aber um die Hälfte schmäler, als in der ebenso behandelten Vergleichsblutlösung. Auch verschwand in letzterer die Absorption des reducirten Hämoglobins vollständig, während in der zu prüfenden Blutlösung rechts wie links von den erwähnten Absorptionsstreifen dunkle Schatten zurückblieben.

Zusatz von Aq. hydrosulphurata (5 Tropfen auf 5^{ccm}) bewirkte in der Vergleichsblutlösung nach $5\frac{1}{2}$ Minuten, in der zu prüfenden Blutlösung erst nach 8 Minuten deutlich wahrnehmbare Bräunlichfärbung und in ersterer einen viel dunkleren Absorptionsstreif auf *d*, als in letzterer. Es liess sich nicht bestimmt erkennen, ob dieser Absorptionsstreif in der mit CO-Luft geschüttelten Flüssigkeit an seinem *D*-Rande dunkler war, als an dem entgegengesetzten.

2. Versuch. Ich füllte aufs neue eine Flasche von 2000^{ccm} Gehalt mit einer Luft von 1‰ Kohlenoxyd und goss sodann 30^{ccm} einer Blutlösung hinein, die, in der oben beschriebenen Weise mit Ammoniumsulfid und Aetzkalilauge behandelt, die Absorption des Hämochromogens schön hervortreten liess. Nachdem fünfmal stark geschüttelt worden war und die Flasche darauf noch 10 Minuten ruhig gestanden hatte, entleerte ich die Flüssigkeit in ein Reagensglas, wartete 5 Minuten und untersuchte nunmehr spectroskopisch. Es fand sich ein ungleich schmälerer Absorptionsstreif des Hämochromogens, als vor dem Schütteln; auch waren rechts wie links von ihm matte bandartige Absorptionen an der Stelle der beiden Blutbänder

Digitized by Google

erschienen, welche auch bei noch längerem Zuwarten nicht verschwanden.

Das zweifellose Ergebnis von Versuch 1 und 2 war also, dass das spectroskopische Verhalten der Blutlösung nach dem Schütteln mit der zu untersuchenden Luft sich in ganz bestimmt erkennbarer Weise geändert hatte. Diese Aenderung konnte nach dem früher Gesagten nur durch die Anwesenheit von CO in der Luft bedingt sein.

3. Versuch. Es wurde eine 2 Liter fassende Flasche mit einer 0,5‰ Kohlenoxyd haltenden Luft gefüllt, dann Blutlösung (1:50) in der Menge von 30 ccm zugegossen, verschlossen und fünfmal stark geschüttelt, wie im Versuch 2. Nach einem Stehenlassen von 15 Minuten entleerte ich die Flüssigkeit. Dieselbe hatte eine kaum erkennbar röthere Farbe, als die Vergleichsblutlösung. Bei der spectroskopischen Betrachtung zeigte sich das Intervall zwischen den beiden Blutbändern, die ganz das Aussehen der Oxyhämoglobinbänder hatten, schwach getrübt, jedenfalls schattiger, als in der Vergleichsblutlösung bei Verwendung gleich weiter Gläser.

Zusatz von Ammoniumsulfid bewirkte in letzterer nach 3 Minuten 35 Secunden, in der zu prüfenden Blutlösung nach 4 Minuten 5 Secunden volles Aufgehen der Blutbänder in ein breites Reductionsband. Dieses hatte in der zu prüfenden Blutlösung aber die grösste Dunkelheit nicht auf der *E*-Seite, sondern auf der entgegengesetzten.

Als ich zu den Ammoniumsulfid-Blutlösungen 10% Aetzkalilauge hinzufügte, zeigte sich nach einem Zuwarten von 5 Minuten wieder eine Verschiedenheit in der Intensität und Breite des Hämochromogen-Absorptionsstreifs auf der Mitte des zwischen *D* und *E* gelegenen Feldes. Derselbe war in der mit der CO-haltigen Luft geschüttelten Blutlösung schmäler, als in der Vergleichsblutlösung; auch zeigten sich in ersterer zwar matte, aber doch als solche noch gut erkennbare CO-Hämoglobinbänder, während in letzterer jede Spur eines Hämoglobinbandes fehlte.

4. Versuch. Es wurde eine 3 Liter fassende Flasche mit einer Luft gefüllt, welche nur 0,33‰ CO enthielt. Dann goss

Digitized by Google

ich 30 ccm einer (1:50) Blutlösung hinein, welche zuvor mit Ammoniumsulfid und Aetzkalilauge behandelt worden war und sehr deutlich die Absorptionsbänder des Hämochromogens darbot. Ich schüttelte stark und zwar wiederum fünfmal mit Pausen, stellte dann hin, entleerte nach 5 Minuten die Flüssigkeit und untersuchte nach weiterem Ablauf von 4—5 Minuten. Der zwischen *D* und *E* liegende Absorptionsstreif war nicht voll so breit, wie in der mit gleichen Reagentien behandelten Vergleichsblutlösung, und ausserdem fanden sich matte Andeutungen von CO-Hämoglobinbändern, die gegen 20 Minuten bestehen blieben und dann wieder schwanden. Es konnte demnach kein Zweifel bestehen, dass das Blut CO in nachweisbarer Menge aufgenommen hatte.

5. Versuch. Ich füllte die Flasche noch einmal mit der gleichen Luft, goss die Blutflüssigkeit, nachdem sie mit Ammoniumsulfid und Aetzkalilauge behandelt war, hinein, schüttelte nacheinander fünfmal, entleerte nach 5 Minuten, füllte rasch die nämliche Flasche noch einmal mit der gleichen Luft, goss die eben verwandte Blutflüssigkeit aufs neue hinein, schüttelte wieder fünfmal nacheinander und entleerte dann nach einem Stehenlassen von 5 Minuten. — Die Flüssigkeit zeigte matte, aber unverkennbare CO-Hämoglobinbänder, deutlicher als in Versuch 4, zeigte auch einen schmäleren Absorptionsstreif des Hämochromogens, als in jenem Versuche und besonders als in der Vergleichsblutlösung.

Damit ist der Nachweis geliefert, dass mittels des hier beschriebenen Verfahrens das Kohlenoxyd sicher noch in einer Verdünnung von 0,33 ‰ aufzufinden ist. Diese Genauigkeit steht allerdings derjenigen des von Fodor'schen Verfahrens nach; trotzdem dürfte sie für die Praxis hinreichen. Was aber meine Methode, die ja nichts weiter ist und sein soll, als eine Modification der bisherigen Kohlenoxydblutprobe, was sie vor derjenigen von Fodor's voraus hat, ist die grössere Einfachheit, welche ein rasches Erlernen und eine rasche Handhabung möglich macht. Ausserdem glaube ich, dass die hier besprochene Methode freier von Fehlerquellen ist, als die von Fodor'sche.

Digitized by Google

Es gelingt mit letzterer nämlich nicht in jedem Falle, $^1/_{10000}$—$^1/_{20000}$ Kohlenoxyd nachzuweisen, auch wenn man sich völlig auf dieselbe eingeübt hat. Ich stimme darin bei aller Werthschätzung des betreffenden Verfahrens mit Fokker[1]) überein, der dasselbe für nicht völlig zuverlässig erklärt. Wendet man aber bei meiner Methode stets die Mitprüfung der Vergleichsblutlösung an, so ist ein Irrthum so gut wie ausgeschlossen.

1) Fokker im Archiv f. Hygiene 1883 4. Heft S. 505. Die betreffende Arbeit Fokker's konnte ich im Uebrigen nicht mehr berücksichtigen, da sie mir zu spät zuging.

Digitized by Google

Ueber die Giftigkeit der schwefligen Säure.

Von

Dr. Masanori Ogáta

aus Japan.

(Aus dem hygienischen Institute München.)

I.

Einwirkung von SO_2 auf den thierischen Organismus.

Die schädlichen Einwirkungen der schwefligen Säure (SO_2) auf Leben und Gesundheit der Menschen und Thiere ist sowohl durch Erfahrungen in Fabriken, wo die Arbeiter ihren Dämpfen ausgesetzt sind, als auch durch Experimente an Thieren zwar längst bekannt, aber darüber, in welchem Grade und bei welchem Gehalt der Luft an SO_2 gewisse Symptome auftreten, ist fast nichts sichergestellt. Prof. Dr. v. Pettenkofer veranlasste mich, im Laboratorium des hygienischen Institutes darüber Versuche an Thieren anzustellen, welche zu bestimmten und praktisch verwerthbaren Resultaten geführt haben, und die ich mitzutheilen mir nun erlaube. Ich benutze diese Gelegenheit, um meinem hochverehrten Lehrer, welcher die Durchführung dieser Untersuchungen leitete, und mich jederzeit mit seinem Rathe unterstützte, meinen Dank auszusprechen.

Gelegenheiten, bei welchen die Menschen oft grösseren Mengen SO_2 in der Athemluft und längere Zeit ausgesetzt werden, bieten Ultramarinfabriken, Bleichereien für Stroh, Seide und Schafwolle, Hopfenschwefelungsanstalten, einige Runkelrübenzuckerfabriken, in welchen die zerschnittenen Rüben durch heisse Luft aus Coaksöfen getrocknet werden[1]), die Silber- und Goldscheidungsanstalten,

1) Greiss, Ueber Vergiftung mit schwefliger Säure. Inaugural-Abhandlung, Tübingen 1872. — Zeller, Würtemberg. Corresp.-Blatt Bd. 23 S. 386.

Digitized by Google

die Röstöfen bei Hüttenwerken, die Bleikammern in Schwefelsäurefabriken [1]) etc.

Auch als Arzneimittel ist gasförmige schweflige Säure schon versucht worden und hat sie mit viel Luft verdünnt z. B. Dr. August Schott gegen Tuberculose angewendet [2]).

Auch experimentell wurde sie im toxikologischen und pharmakologischen Interesse auf Thiere angewendet. Eulenberg und Hirt führen mehrere an Thieren gemachte Versuche an.

Das Urtheil der verschiedenen Autoren über die Schädlichkeit, und den Grad der Schädlichkeit der schwefligen Säure mit Luft eingeathmet lautet nun sehr verschieden. Die einen finden sie sehr schädlich (Zeller), andere wenig schädlich (Greiss), andere finden, dass der Mensch sich sehr bald an die schweflige Säure zu gewöhnen vermag, und dass sie dann eine bemerkenswerthe Giftwirkung nicht entfaltet (Schott). — Hirt gibt an, dass bei einem Gehalt der Athemluft von 1 bis 3 % SO_2 die Arbeiter meistens lange Zeit völlig gesund bleiben, und dass bei einem Gehalt von 4 bis 6 % merkwürdigerweise nicht die Respirationsorgane, welche in erster Reihe getroffen werden, sondern vielmehr die Verdauungsorgane leiden, auf welche schon ein Gehalt von 1 % schädlich wirkt.

Diese Widersprüche rühren hauptsächlich wohl von zwei Umständen her, erstlich davon, dass neben der schwefligen Säure auch noch andere Schädlichkeiten der Luft beigemengt waren (bei dem Rübentrocknen Kohlenoxyd und Kohlensäure, bei den Hüttenprocessen staubförmige Erztheile) und zweitens von den höchst ungleichen Mengen SO_2, welche in der Luft enthalten waren und eingeathmet wurden. Alle bis jetzt bekannten Versuche lassen eine genaue Bestimmung der SO_2 in der eingeathmeten Luft vermissen.

Es war demnach dringend geboten, mit SO_2 allein zu experimentiren und den Gehalt der Luft an diesem Gase während des Versuches gleich zu erhalten und genau zu ermitteln.

---

1) Eulenberg, Gewerbehygiene S. 149. — Hirt, Gewerbekrankheiten S. 15. — Popper, Arbeiterkrankheiten S. 43 und 222.

2) Verhandlungen des II. Congresses für innere Medicin. Herausgegeben von Leyden und Pfeiffer, Wiesbaden.

Digitized by Google

Um die Wirkung nicht einer momentanen, sondern einer längeren Einathmung von SO_2 auf Thiere zu prüfen, darf man diese nicht etwa in dicht schliessende Glasglocken oder Kästen setzen, sondern man muss dafür sorgen, dass stets neue Luft von bestimmtem Gehalt an schwefliger Säure den Versuchsraum durchzieht, damit die Zusammensetzung der Luft darin weder durch die Ausathmungsproducte der Versuchsthiere, noch der Gehalt der Luft an schwefliger Säure durch Aufnahme der letzteren in den Organismus der Thiere verringert wird.

Das erfordert eine gleichmässige Entwickelung der SO_2 und eine constante Ventilation des Versuchsraumes. Dazu diente mir der von Voit [1]) für kleinere Thiere modificirte Pettenkofer'sche Respirationsapparat, welcher eine genaue Messung des durch den Versuchsraum gehenden Luftstromes mittels der Gasuhr und constante Untersuchung der durchströmenden Luft zulässt. Für die gleichmässige Entwickelung der SO_2 benutzte ich ein kleines Lämpchen, aus welchem Schwefelkohlenstoff verbrannt wurde. Das Lämpchen besteht aus einem Glaskölbchen, das etwa 12 g Schwefelkohlenstoff fasst, in den Hals des Kölbchens kommt ein durchbohrter Stöpsel, in diesen ein kleines Glasrohr, das nach unten nahe bis zum Boden des Kölbchens reicht, und oben einige Millimeter über den Stöpsel ragt. In die Glasröhre wird der Docht gebracht, wozu man, je nachdem mehr oder weniger schweflige Säure entwickelt werden soll, einen, zwei oder mehrere Baumwollfäden benutzt. Das Lämpchen wird in ein aus Messingblech hergestelltes Kästchen (15 cm im Quadrat Bodenfläche und 17 cm Höhe gestellt. Es hat ein der Grösse des Kölbchens angemessenes Thürchen, eine runde 4 cm weite Eintrittsöffnung in der Mitte und eine ebenso grosse Austrittsöffnung oben an zwei gegenüber liegenden Seiten. Die Austrittsöffnung ist mit dem Respirationskasten verbunden, in welchen das Thier gebracht wird.

Der SO_2-Gehalt der Luft kann sowohl durch Vergrösserung oder Verkleinerung des Dochtes, als auch durch Vergrösserung oder Verkleinerung des Luftstromes regulirt werden, welcher von der Umdrehungsgeschwindigkeit der Gasuhr abhängt, welche durch

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 11 S. 532.

Digitized by Google

das auf ein oberschlächtiges Wasserrad in beliebiger Menge zu leitende Wasser bewirkt wird.

Der Kasten, in welchem sich das Thier befindet und welchen ich Kammer nennen will, besteht aus in Eisenblech gefassten Glaswänden und hat eine Würfelform von 41^{cm}, fasst mithin 68,92 Liter. Auf einer Seite ist er durch ein Rohr mit dem Kästchen für das Schwefelkohlenstofflämpchen, auf der gegenüberliegenden Seite mit einem Absorptionsapparate für SO_2 verbunden, damit keine SO_2 in die Gasuhr gelangt. Eine Wand ist beweglich, um Thiere hinein und heraus zu bringen.

Der Absorptionsapparat ist ein Blechkasten von nahezu der nämlichen Grösse wie die Kammer, mit Lack ausgestrichen. Vier Horden stehen darin übereinander, welche mit Kalkhydrat (trocken gelöschtem Kalke) bestreut sind. Der Deckel kann leicht abgenommen werden und passt in eine Wassersperre. Die Luft strömt unter der untersten Horde ein und über der obersten nach der Gasuhr hinaus, welche als Aspirator und zugleich als Messinstrument für den gesammten Luftstrom dient.

Der Kohlensäuregehalt der in den Apparat einströmenden Luft geht allerdings für die Messung des Luftstromes in der Gasuhr verloren, es ändert sich auch der Wassergehalt der durch Kalkhydrat ziehenden Luft, ebenso verzehrt das Schwefelkohlenstofflämpchen und die im Kasten befindlichen Thiere Sauerstoff etc., aber gegenüber der Grösse des Luftstromes sind diese Grössen verschwindend klein, so dass sie vernachlässigt werden können.

Es handelt sich nur noch um genaue Bestimmung der schwefligen Säure in der Luft der Kammer. Zu diesem Zwecke hat die Leitung von der Kammer zum Absorptionsapparat ein kleineres Zweigrohr, durch welches zwei kleine Quecksilberpumpen, wie sie dem Pettenkofer'schen Respirationsapparate eigenthümlich sind, während der ganzen Dauer des Versuches beständig Luft saugen, diese durch Kalihydratlösung nach zwei kleineren Gasuhren treiben, wo die beiden Luftproben frei von SO_2 und CO_2 wie in der grösseren Gasuhr gemessen werden.

Die in der Kalilauge absorbirte SO_2 wird am Schlusse jedes Versuches sofort durch eine Kaliumpermanganatlösung titrirt,

Digitized by Google

welche so zusammengesetzt wird, dass 1 ccm derselben genau 1 mg SO_2 in SO_3 verwandelt. 1 mg SO_2 entspricht bei 0° C. und 760 mm Barometer 0,349 ccm SO_2 in Gasform.

Um eine solche Kaliumpermanganatlösung zu erhalten, löst man 0,989 g übermangansaures Kali in 1 Liter Wasser und titrirt die Lösung mit einer Oxalsäurelösung, welche im Liter 1,97 reine Oxalsäure enthält. Kennt man den Titer der Chamäleonlösung, so richtet man ihren Gehalt so, dass 10 ccm genau 10 ccm obiger Oxalsäurelösung entsprechen.

Da die Luft, welche ihre SO_2 an die Kalilauge abgibt, viel freien Sauerstoff enthält, so könnte man befürchten, dass während der mehrstündigen Dauer des Versuches eine merkbare Menge SO_2 durch den Sauerstoff der Luft in SO_3 übergeht und der späteren Titrirung durch Chamäleonlösüng entgeht. Ich habe deshalb 2½ Stunden lang SO_2-haltige Luft in zwei Proben gleichzeitig durch bestimmte Mengen Kalilauge geleitet, einen Theil davon mit Kaliumpermanganatlösung titrirt und dabei für eine Probe 65, für die andere 70 mg SO_2 gefunden. Der ersten Probe entsprachen 10,915 Liter Luft, der zweiten 11,389 Liter. Die Versuche stimmten somit genügend unter sich. Nun liess ich durch die Kalilösung, welche die gefundene Menge SO_2 absorbirt hatte, wieder 2½ Stunden lang bei gleicher Geschwindigkeit des Wasserrades wie vorher Luft saugen, welche aber keine schweflige Säure enthielt und titrirte wieder einen Theil davon. Es ergab sich wieder der gleiche Titer für den Gehalt der beiden Kalilaugen von SO_2. Somit durfte ich annehmen, dass die Umwandlung von SO_2 in SO_3 durch den Sauerstoff der Luft während der Versuchszeit eine Grösse ist, welche vernachlässiget werden kann. Selbstverständlich ist, dass man mit dem Titriren der Kalilauge nicht ein oder zwei Tage warten darf, weil bei zu langem Stehen immerhin ein messbarer Theil SO_2 in SO_3 übergehen würde.

Zur Absorbirung der schwefligen Säure habe ich 20proc. Kalilauge verwendet. Die Kalilauge, wenn sie auch sonst rein ist, hat meistens eine wenn auch geringe desoxydirende Wirkung auf Chamäleonlösung, wahrscheinlich durch einen geringen Gehalt an organischer Substanz und muss daher darauf untersucht werden.

Digitized by Google

Ich neutralisirte stets die von mir gebrauchte Kalilösung mit reiner Schwefelsäure, säuerte die Lösung mit SO_3 an und fügte dann Chamäleonlösung hinzu. Die dabei verbrauchte Chamäleonlösung wurde bei den Versuchen in Rechnung gebracht.

Die Kalilauge muss frei von Chloriden sein, weil sonst beim Ansäuern mit SO_3 Salzsäure frei wird, welche Kaliumpermanganat reducirt.

Ich gehe nun zur Beschreibung meiner Versuche über:

1. Versuch. Nachdem der Apparat 15 Minuten lang im Gange und das Schwefelkohlenstofflämpchen angezündet war, wurden ein Kaninchen, ein Meerschweinchen und eine weisse Maus in die Kammer gebracht. Der Gehalt der Luft an SO_2 während des Versuches war nur 0,0399 %.

Nach 5 Minuten. Alle drei Thiere waren unruhig, unbehaglich, Augen feucht und glänzend, bei Kaninchen und Meerschweinchen zeigten sich auch die Nasen feucht. Die Respirationsfrequenz zeigte keine Aenderung.

Nach 10 Minuten. Die Maus athmet stossweise. Augen und Nase des Kaninchens und des Meerschweinchens wurden noch feuchter, zeitweise bemerkte ich Niessen.

Nach 20 Minuten. Die Maus athmete noch mehr stossweise. Augen und Nase des Kaninchens und Meerschweinchens tropften — beide Thiere wischen von Zeit zu Zeit mit ihren Vorderpfoten die Nase. Sonst waren alle drei Thiere ganz ruhig.

Nach 30 Minuten. Wie vorher.

Nach 40 Minuten. Maus wie vorher. Kaninchen und Meerschweinchen zeigten Abnahme der Feuchtigkeit in den Augen.

Nach 50 Minuten. Die Augen der Thiere nicht mehr feucht, sondern trocken.

Nach 1 Stunde. Beim Kaninchen zeigte sich die Cornea an einem Auge, soweit es nicht von den Augenliedern bedeckt war, leicht opalescirend und uneben, hie und da kleine Vertiefungen, wie mit Nadelspitzen gestochen. Respirationsfrequenz bei den Thieren geringer als normal.

Nach 2 Stunden. Das Kaninchen zeigte leichte Trübung der Cornea an dem einen Auge, das andere Auge fing an zu opalesciren und uneben zu werden. An den Augen des Meerschweinchens zeigte sich noch keine Trübung. Bei der Maus scheint leichte Trübung der Cornea stattgefunden zu haben.

Nach 3 Stunden. Beide Cornea des Kaninchens stark getrübt, matt und uneben. Cornea des Meerschweinchens noch klar. Maus dyspnoisch, Cornea getrübt. Alle drei Thiere ruhig, stumpf, reagiren beim Klopfen an die Wände der Kammer fast gar nicht.

Nach 3½ Stunden. Cornea bei Kaninchen und Maus beiderseits stark getrübt, bei Meerschweinchen beginnende Opalescenz, aber noch keine Unebenheiten. Maus stark dyspnoisch, athmet mit offenem Maule.

Nach 4 Stunden. Die Erscheinungen bei allen drei Thieren in Zunahme.

Digitized by Google

Nach 5 Stunden. Cornea beim Kaninchen am stärksten, beim Meerschweinchen am wenigsten getrübt. Maus sehr stark dyspnoisch, Kaninchen und Meerschweinchen wenig.

Nach 5 Stunden habe ich alle drei Thiere aus der Kammer entfernt. Die Maus athmete auch heraussen noch dyspnoisch mit offenem Maule. Das Sehvermögen der drei Thiere scheint sehr herabgesetzt gewesen zu sein, da sie beim Vorhalten der Finger oder anderer Gegenstände keine Lidbewegung machten, die erst eintrat, wenn man die Cornea berührte. Die Trübung der Cornea war bei den drei Thieren im Mittelpunkte derselben am stärksten.

Drei Stunden nach Beendigung des Versuches war die Corneatrübung beim Meerschweinchen und der Maus kaum mehr zu bemerken und war auch die Maus nicht mehr dyspnoisch. Beim Kaninchen war die Cornea noch stark getrübt, die Trübung selbst nach 24 Stunden noch bemerkbar und verschwand vollständig erst nach 3 Tagen. Alle Thiere zeigten sich nach einigen Tagen ganz gesund.

2. Versuch. Versuchsthiere: ein Kaninchen und ein Meerschweinchen. SO_2-Gehalt der Luft 0,0544 %. Versuchsanordnung wie im 1. Versuch.

Nach 5 Minuten. Beide Thiere unruhig; Augen und Nase sehr feucht.

Nach 10 Minuten. Beide Thiere athmen stossweise; Augen sehr feucht.

Nach 20 Minuten. Das Meerschweinchen niesst und wischt mit den Vorderpfoten die Nase; die Augen des Meerschweinchens sind nicht mehr so feucht wie vorher.

Nach 30 Minuten. Beide Thiere dyspnoisch, Augen trocken.

Nach 1 Stunde. Dyspnoe bei beiden Thieren zunehmend, Cornea beim Kaninchen deutlich getrübt, beim Meerschweinchen matt und glanzlos.

Nach $1^1/_2$ Stunden. Obige Erscheinungen bedeutend stärker.

Nach 2 Stunden. Cornea nun auch beim Meerschweinchen, beim Kaninchen sehr stark getrübt, wie mattgeschliffenes Glas.

Der Versuch wurde nun unterbrochen. Das Meerschweinchen habe ich behufs der Section durch Verbluten getödtet, das Kaninchen am Leben gelassen. — Letzteres magerte in den auf den Versuch folgenden Tagen trotz reichlicher Fütterung ab und wurde schwach.

Das Meerschweinchen wurde nach 2 Stunden secirt. Das Blut war ganz dunkelschwärzlich und bekam beim Stehen an der Luft nur an der Oberfläche etwas rothe Färbung und behielt darunter die dunkelschwärzliche Farbe bei. — Der Larynx war leicht geröthet. Die Schleimhaut des Kehlkopfes war sehr stark geröthet und auf beiden Seiten der Stimmritze waren Hämorrhagien. — In der Luftröhre zeigten sich stellenweise leichte grauliche Belege ohne deutliche Membranbildung. Die Schleimhaut war stark injicirt und geröthet. — Die Lunge zeigte auf beiden Seiten dunkelschwärzliche Flecken (marmorirt). Die Ränder der meisten Lappen waren emphysematös. Aus der Schnittfläche floss beim Drücken wenig lufthaltiger, dunkelschwärzlicher Saft. — Herz und übrige Organe normal.

3. Versuch. Versuchsthiere: Meerschweinchen und Maus. Gehalt der Luft in der Kammer an SO_2 0,062 %.

Digitized by Google

Nach 5 Minuten. Beim Meerschweinchen waren Augen und Nase ganz feucht, glänzend, Respiration stossweise. Die Maus athmete ebenso stossweise.

Nach 10 Minuten. Das Meerschweinchen thränte aus den Augen. Bei der Maus war schon Dyspnoe zu bemerken und die Cornea erschien matt. Beide Thiere verhielten sich ruhig.

Nach 15 Minuten. Das Meerschweinchen athmet stossweise und putzt die Nase. Die Maus athmet sehr dyspnoisch.

Nach 20 Minuten. Das Meerschweinchen macht in der Minute 46 Athemzüge. Bei der Maus nimmt die Dyspnoe zu, sie athmet mit offenem Maul.

Nach 30 Minuten. Wie vorher.

Nach 1 Stunde. Beim Meerschweinchen tritt Kothentleerung ein. Die Cornea der Maus trübt sich. Beide Thiere ruhig, stumpfsinnig.

Nach 1 Stunde 30 Minuten. Vorhergehende Erscheinungen nehmen bei beiden Thieren zu.

Nach 1 Stunde 50 Minuten. Meerschweinchen ruhig. Die Maus athmet orthopnoisch. -- Diese Erscheinungen nehmen immer zu bis zum Ende des Versuches, welches nach 6 Stunden erfolgte.

Nach Entfernung aus der Kammer war die Maus stark dyspnoisch, athmete mit weit geöffnetem Maul und war dabei ein schnarrendes Geräusch bei jeder Athmung hörbar. — Die Cornea war stark getrübt, das Sehvermögen ganz herabgesetzt. Auch beim Meerschweinchen war die Cornea beiderseits stark getrübt und das Sehvermögen aufgehoben, welcher Zustand sich aber schon nach einigen Stunden besserte und nach 24 Stunden war keine Trübung mehr zu bemerken.

Bei der Maus trat keine Besserung der Corneatrübung ein und sie ging am 2. Tage zu Grunde.

Section der Maus: Luftröhre und Kehlkopfschleimhaut waren blass, die meisten Lungenlappen in der Mitte marmorirt, die Ränder derselben emphysematös. Aus der Schnittfläche floss wenig dunkelrother Saft heraus. — In den beiden Vorhöfen des Herzens waren dunkelschwarze Blutgerinnsel, die Ventrikel beiderseits leer.

Bei der spectralanalytischen Untersuchung des Blutes zeigten sich nur sehr undeutliche Absorptionsstreifen im Vergleiche mit anderem normalen Blute.

4. Versuch. Versuchsthiere: Kaninchen, Meerschweinchen und Maus. SO_2-Gehalt der Luft 0,0637 %.

Nach 5 Minuten. Bei den drei Thieren Augen und Nasen sehr feucht und stossweises Athmen.

Nach 10 Minuten. Kaninchen und Meerschweinchen wie vorher. Maus dyspnoisch.

Nach 15 Minuten. Bei Kaninchen und Meerschweinchen Zunahme der vorhergehenden Erscheinungen. Maus sehr stark dyspnoisch.

Nach 20 Minuten. Bei der Maus nimmt die Dyspnoe immer zu, sie wird unruhig. Die beiden anderen Thiere ruhig und stumpfsinnig.

Nach 30 Minuten. Die Maus läuft unruhig in der Kammer herum, bekommt allgemeine Krämpfe und geht zu Grunde. Vor Ausbruch der Krämpfe waren die Nase und Maulgegend cyanos. — Beim Kaninchen war die Cornea

Digitized by Google

von beiden Augen getrübt und uneben, beim Meerschweinchen zeigte sich noch nichts davon, aber Trockenheit der Cornea.

Nach 30 Minuten wurden die Thiere aus der Kammer genommen. Die Corneatrübung beim Kaninchen verschwand nach einigen Tagen. Die Section der Maus ergab die gleichen Resultate wie bei Versuch 3.

Zu Versuch 4 habe ich noch zu bemerken, dass ich nach Entfernung der Thiere aus der Kammer den Apparat noch 1 Stunde im Gange und das Schwefelkohlenstofflämpchen brennen liess, um bei der kurzen Dauer dieses Versuches nicht eine zu geringe Menge Luft zur Untersuchung zu bekommen.

5. Versuch. Versuchsthiere: Kaninchen, Meerschweinchen und Maus. SO_2-Gehalt der Luft 0,0807 %.

Nach 5 Minuten. Bei Kaninchen und Meerschweinchen starke Augen und Nasensecretion. Die Maus ist unruhig und läuft herum.

Nach 10 Minuten. Bei Kaninchen und Meerschweinchen stossweises Athmen, sonst wie vorher. Die Maus ist stark dyspnoisch, die Cornea am linken Auge trübe.

Nach 15 Minuten. Cornea beim Kaninchen trocken, etwas opalescirend und uneben; beim Meerschweinchen starke Augen- und Nasensecretion. Die Maus ist unruhig, läuft schwankend umher, verfällt in Krämpfe und ist todt. (Die nach Beendigung des Versuches an der Maus angestellte Section gab ähnliche Resultate wie die früheren, aber die Marmorirung der Lunge war nicht so stark und die Lungen waren hellroth gefärbt, was wohl mit der kurzen Zeitdauer der Einathmung zusammenhängt.)

Nach 20 Minuten. Die linke Cornea des Kaninchens matt und getrübt. Die Cornea auf beiden Augen des Meerschweinchens klar.

Nach 30 Minuten. Beim Kaninchen auch die rechte Cornea matt und leicht getrübt. Beim Meerschweinchen noch keine Trübung der Cornea zu bemerken.

Nach 50 Minuten. Das Kaninchen ist unruhig, Cornea beiderseits stark getrübt mit einer dünnen, membranähnlichen, weissen Auflagerung. Das Meerschweinchen wird ebenfalls unruhig, dyspnoisch und athmet mit offenem Maul. Die Augen desselben werden trocken und opalescirend.

Genannte Erscheinungen nehmen bis zum Ende des Versuches, welcher 2 Stunden dauerte, immer zu. Das Kaninchen war schliesslich sehr stark dyspnoisch und die Trübung auf beiden Hornhäuten wie mattgeschliffenes Glas, besonders im Mittelpunkte. An dem Theile der Hornhaut, welcher von den Augenlidern bedeckt war, war keine Trübung zu sehen. — Das Meerschweinchen war stark dyspnoisch und hatte auch beide Hornhäute getrübt. Das Kaninchen war noch 4 Stunden nach Beendigung des Versuches dyspnoisch. Die Trübung der Cornea hatte selbst nach 24 Stunden noch nicht nachgelassen und sogar nach 5 Tagen war noch keine Besserung zu bemerken. Das Thier wurde immer magerer und schwächer und ging nach einer Woche zu Grunde. — Beim Meerschweinchen war die Trübung der Hornhäute schon 4 Stunden nach dem Versuche merklich geringer und nach 2 Tagen ganz verschwunden.

6. Versuch. Versuchsthiere: Meerschweinchen und Maus. SO_2-Gehalt der Luft 0,098 %

Digitized by Google

Nach 5 Minuten. Beim Meerschweinchen starke Secretion aus Augen und Nase. Die Maus sehr unruhig, dyspnoisch.

Nach 10 Minuten. Das Meerschweinchen hustete und niesste. Die Maus unruhig, stark dyspnoisch, athmet mit offenem Maule.

Nach 15 Minuten. Das Meerschweinchen unruhig, wischt mit den Vorderpfoten die Nase. Die Secretion aus den Augen nimmt ab.

Nach 20 Minuten. Das Meerschweinchen nun auch dyspnoisch. Die Maus ruhig, sonst wie vorher.

Nach 25 Minuten. Das Meerschweinchen entleert Harn, welcher kein Eiweiss enthielt.

Nach 30 Minuten. Auf der Cornea des Meerschweinchens beginnende Trübung, starke Dyspnoe. — Die Maus stemmt sich mit den Vorderpfoten an die Wand, athmet sehr angestrengt mit offenem Maule (Orthopnoe).

Nach 40 Minuten. Corneatrübung beim Meerschweinchen deutlich. Die Maus wird wieder unruhig, läuft schwankend umher, nach einigen zuckenden Bewegungen stellen sich Krämpfe und der Tod ein. (Section wie vorher.)

Nach 50 Minuten. Meerschweinchen wie vorher.

Nach 60 Minuten. Meerschweinchen aus dem Kasten entfernt, Trübung der Cornea schon nach 2 Stunden merklich geringer, nach 2 Tagen ganz verschwunden.

7. Versuch. Versuchsthiere: 1 Maus und 2 Frösche. SO_2-Gehalt der Luft 0,109 %.

Nach 3 Minuten. Die Maus unruhig, dyspnoisch. Die Frösche springen herum, ihre Hornhäute opalescirend, beginnende Trübung.

Nach 5 Minuten. Die Maus stark dyspnoisch, athmet mit offenem Maul, Respirationsfrequenz geringer als vorher, leichte Trübung der Cornea. — Die Frösche sind sehr unruhig, springen herum, aber nicht mehr so kräftig wie vorher, ihre Haut färbt sich grauweisslich.

Nach 10 Minuten. Die Maus unruhig, stark dyspnoisch, athmet mit offenem Maule, macht 34 Inspirationen pro Minute. — Die beiden Frösche ruhig, reagiren nicht beim Klopfen an die Wände, auf der Hautoberfläche starke Schweisssecretion, manchmal Zuckungen der Beine. Ohne ausgesprochene Krämpfe stirbt einer nach 10, der andere nach 14 Minuten.

Nach 15 Minuten. Die Maus sehr dyspnoisch, Respirationen 34 pro Minute.

Nach 20 Minuten. Respirationen 22 pro Minute

» 40 » » 24 » »

» 50 » » 22 » »

» 60 » Respiration manchmal schnell, manchmal langsam.

Nach 2 Stunden erfolgt unter Krämpfen der Tod.

Nachdem diese zwei Frösche verendet hatten, setzte ich wieder einen frischen in die Kammer, welchem ich einen Schenkel mit dickem Baumwollfaden unterband, um in dem einen Schenkel die Blutcirculation zu hindern.

Nach 3 Minuten. Frosch unruhig, springt herum, leichte Trübung der Cornea an beiden Augen.

Nach 5 Minuten. Frosch ruhig, manchmal Bewegung der Beine. Respiration sehr selten.

Digitized by Google

Nach 10 Minuten. Sehr starke Trübung der Cornea. Keine Reaction beim Klopfen an die Wände der Kammer.

Nach 15 Minuten. Nach leichter Zuckung trat der Tod ohne ausgesprochene Krämpfe ein.

Es wurde wieder ein Frosch mit gebundenem Beine in die Kammer gebracht. Die Erscheinungen waren die gleichen, wie beim vorhergehenden Versuche, und der Tod erfolgte nach 14 Minuten unter denselben Erscheinungen.

Die Section der beiden ersten Frösche wurde 15 Minuten nach dem Tode vorgenommen. Das Blut war dunkelschwarz, die Lungen waren bläulichviolett, bei einem ausgedehnt, bei dem andern etwas zusammengefallen. — Im Herzbeutel war mehr Flüssigkeit vorhanden, als normal. Die Vorhöfe waren bei beiden Fröschen mässig ausgedehnt, die Ventrikel stark zusammengezogen, und bei mechanischer Reizung (Streichen mit einer Messerspitze) reagirten beide nicht im geringsten. Bei mechanischer Reizung des Ischiadicus ergab sich nur an e i n e m Beine eine sehr leichte Contraction des Gastrocnemius, die drei anderen Gastrocnemii zeigten bei Reizung des Ischiadicus mit Scheere und Pincette nicht die geringsre Contraction.

Von dem zunächst wieder in die Kammer gebrachten Frosche wurde die Section sofort nach dem Tode gemacht. Blut dunkelroth. Lunge links ausgedehnt, rechts zusammengefallen. Farbe beiderseits blassbläulich. — Die Vorhöfe des Herzens waren ausgedehnt, die Ventrikel stark zusammengezogen. Keine Reaction bei mechanischer Reizung. Nach Herauspräpariren des Ischiadicus habe ich sowohl durch Schneiden mit der Scheere als auch durch Kneipen mit der Pincette gereizt. An dem nicht gebundenen Beine, in welchem das Blut während des Versuches circuliren konnte, zeigte sich eine kaum merkliche Contraction des Gastrocnemius, während das andere gebundene Bein, in welchem während des Versuches kein Blut circuliren konnte, bei mechanischer Reizung sehr starkes Zucken und Strecken zeigte.

Der letzte Frosch wurde ebenfalls gleich nach dem Tode secirt. Befund gleich dem vorhergehenden. Nach Blosslegung des Ischiaticus habe ich wieder mechanisch gereizt. Dabei zeigte das nicht gebundene Bein wieder nur sehr leichte Zuckung, während das gebundene sehr stark zuckte und die Zehen streckte. Auch bei Prüfung mit constantem Strome zeigte sich ein grosser Unterschied der Zuckung beim Schliessen und Oeffnen des Stromes.

Section der Maus. Blut dunkelschwärzlich. — Lunge stark marmorirt, am Rande emphysematös. — Vorhöfe des Herzens ausgedehnt, Ventrikel zusammengezogen.

Dass die Maus in diesem Falle die verhältnismässig grosse Concentration länger ausgehalten hat, rührt wahrscheinlich von zwei Umständen her, erstens hielt sie sich fast immer an der Schubthüre auf, welche nicht luftdicht schliesst und athmete dadurch eine verdünntere Luft, dann wurde die Schubthüre zweimal geöffnet, als Frösche herausgenommen und wieder eingesetzt wurden, wodurch gleichfalls stellenweise eine grössere Verdünnung der SO_2 bewirkt sein konnte.

8. Versuch. Versuchsthiere: 1 Meerschweinchen und 2 Mäuse. SO_2-Gehalt der Luft 0,142 %.

Digitized by Google

Die Erscheinungen beim Meerschweinchen waren dieselben wie bei Versuch 6. Corneatrübung war nach 50 Minuten eingetreten. Bei Untersuchung der Augen war das Thier sehr unruhig, wurde festgehalten und dabei wahrscheinlich gedrückt, so dass es todt war. Es war bereits stark dyspnoisch geworden. Bei der Section zeigte sich das Blut kirschroth und zeigte bei der spectroskopischen Untersuchung nur undeutliche Absorptionsstreifen von Hämoglobin. Lunge stark marmorirt mit dunkelschwärzlichen Flecken, die Ränder emphysematös. In Kehlkopf und Trachea war keine deutliche membranöse Auflagerung. Die Schleimhaut war stark hyperämisch und leicht geschwollen.

Die beiden Mäuse waren nach 20 Minuten todt, nachdem schon nach 10 Minuten starke Corneatrübung eingetreten war. Die Section war gleich den vorhergehenden.

9. Versuch. Versuchsthiere: 2 Frösche. SO_2-Gehalt der Luft 0,202 %.

Nach dem Einsetzen in die Kammer waren beide Frösche unruhig und sprangen umher, die Hornhaut beider Augen trübte sich sehr schnell.

Nach 5 Minuten. Beide Thiere unruhig. Hornhäute sehr stark getrübt. Die Oberhaut nahm die schon erwähnte grauweissliche Färbung an und bedeckte sich mit einer schaumigen Masse (Schweiss). Respiration sehr selten.

Nach 10 Minuten. Beide Frösche ruhig. Bei einem trat nach leichten Krämpfen der Tod ein, der andere zuckte von Zeit zu Zeit leicht.

Nach 15 Minuten. Auch dieser verendete unter leichten Zuckungen.

Section der beiden Frösche nach 1 Stunde. Blut kirschroth, Lungen bläulichdunkel. Vorhöfe des Herzens ausgedehnt, Ventrikel zusammengezogen. Bei mechanischer Reizung keine Reaction, ebenso auch keine Muskelcontraction bei Reizung des Ischiadicus.

10. Versuch. Versuchsthiere: 1 Kaninchen und 1 Meerschweinchen. SO_2-Gehalt der Luft 0,238 %.

Nach 5 Minuten. Die Augen beider Thiere waren ganz feucht, ebenso auch die Nasen. Respiration beim Kaninchen sehr angestrengt mit offenem Maule, beim Meerschweinchen stossweises Athmen, öfteres Aufschreien.

Nach 30 Minuten. Das Kaninchen respirirte seltener, nur 40 mal pro Minute. Cornea trüb. Das Meerschweinchen zeigte starke Dyspnoe, aber keine Corneatrübung.

Nach 60 Minuten. Respiration des Kaninchens sehr mühsam mit offenem Maule. Corneatrübung sehr stark. — Beim Meerschweinchen starke Dyspnoe, Corneatrübung mässig.

Nach 1 Stunde 30 Minuten. Respirationen des Kaninchens 38 pro Minute, Cornea ganz weiss. Meerschweinchen wie vorher.

Nach 2 Stunden. Kaninchen orthopnoisch, Meerschweinchen stark dyspnoisch, beide athmen mit offenem Maule. Beim Kaninchen werden die Erscheinungen immer stärker und stärker bis zum Tode, welcher nach 4½ Stunden unter Krämpfen eintrat.

Nach 5 Stunden. Das Meerschweinchen athmet schwer, wird unruhig, kratzt von Zeit zu Zeit an den Wänden der Kammer. Der Tod desselben trat unter sehr heftigen Krämpfen nach 7 Stunden ein.

Digitized by Google

Bei der Section dieser beiden Thiere hatte Herr Professor Dr. Bollinger die Güte mich zu unterstützen, wofür ich ihm meinen wärmsten Dank auszusprechen habe.

Section des Kaninchens: Leichte cyanotische Röthung der Schleimhaut des Rachens. In Kehlkopf und Luftröhre ist eine zarte, nahezu durchsichtige grauweisse Auflagerung, welche sich in Zusammenhang abziehen lässt und eine ca. $1/2$ mm dicke, croupöse Membran darstellt. Diese Ausschwitzung setzt sich bis in die grossen Bronchien fort. In den mittleren Bronchien fehlt dieselbe und ist dort die Schleimhaut dunkel geröthet.

Nach Entfernung der Membran zeigt sich die Schleimhaut des Kehlkopfes und der Bronchien stark geröthet und geschwellt. — Lungen beiderseits lufthaltig, Gewebe blutarm, Saftgehalt bedeutend vermindert. Im linken Vorderlappen findet sich eine collabirte dunkelviolette Stelle mit geringem Luftgehalte. — Im rechten Herzen findet sich eine mässige Menge geronnenes schwarzes Blut, im linken Ventrikel nur Spuren ähnlich beschaffenes Blut. Im Uebrigen ist das Herz normal. — Milz klein und blutarm. — Leber blutarm. — Nieren ebenfalls blutarm, sonst normal. — Magen und Darm zeigen nichts Abnormes. — Diagnose: Laryngotracheitis, leichtes Lungenödem.

Section des Meerschweinchens: Rachenhöhle normal ohne abnormen Inhalt. In Kehlkopf und Luftröhre ebenfalls unregelmässige grauröthlich gefärbte, aus geronnenem Fibrin bestehende Auflagerung. Schleimhaut des Kehlkopfes und Stimmband dunkelroth und hämorrhagisch infiltrirt. Die croupösen Auflagerungen verlieren sich in den mittleren Bronchien, die Schleimhaut darunter ist geröthet. — Im rechten Herzen locker geronnene schwarze Blutgerinnsel, linker Ventrikel leer. — Leber, Milz und Nieren normal. — Diagnose: Laryngotracheitis, leichtes Lungenödem und Blutaustritt im Kehlkopf und in der Schleimhaut der Bronchien. — Bezüglich der Todesursache bemerkte Herr Professor Dr. Bollinger, dass sie nicht auf obigen Befund zurückzuführen sei.

Das Blut der beiden Thiere wurde noch darauf untersucht, ob SO_2 darin nachzuweisen sei. Das Blut des Kaninchens wurde mit concentrirter Schwefelsäure versetzt, Luft darüber und diese durch eine sehr verdünnte Blutlösung geleitet, welche von Spuren SO_2 entfärbt wird, wie noch später gezeigt werden soll. Hierbei wurde eine Entfärbung wahrgenommen.

Im Blute des Meerschweinchens gelang dieses nicht.

Nachdem ich mehrfach beobachtet hatte, dass Kaninchen in einer SO_2-haltigen Luft, wahrscheinlich wegen Irritation der Respirationswege und wegen Eintretens einer Art Krampf im Kehlkopfe, stossweise und seltener athmen, als in reiner Luft, so wurden noch 2 Versuche mit je zwei Kaninchen angestellt, von denen eines tracheotomirt wurde, um den Einfluss des Stimmritzenkrampfes auszuschliessen. Es musste ja als eine Möglichkeit angesehen werden, dass die Thiere nicht bloss von SO_2, sondern auch von Sauerstoffmangel etc. zu leiden hatten.

11. Versuch. Versuchsthiere: 1 tracheotomirtes und 1 nicht tracheotomirtes Kaninchen. SO_2-Gehalt der Luft 0,244 %.

Digitized by Google

Beide Kaninchen waren jung und respirirten 86 mal in der Minute. Das eine tracheotomirte zeigte auch nach der Operation 86 Respirationen in der Minute. In die Kammer gesetzt zeigten sie die nämlichen Erscheinungen, die sich auch in den vorhergehenden Versuchen ergeben hatten und verfolgte ich daher bloss die Zahl der Respirationen.

Zeitdauer		Athemfrequenz pro Minute	
Stunden	Minuten	Tracheotomirtes Kaninchen	Nicht tracheotomirtes Kaninchen
—	3	86	76
—	5	86	40
—	10	62	42
—	15	66	40
—	20	64 Trübung der Cornea	36 Trübung der Cornea
—	25	62	34
—	30	60	32
—	40	54	32
—	50	57	36
1	—	60 Cornea stark getrübt	32 Cornea stark getrübt
1	10	60	36
1	20	60	36
1	30	60	34
1	40	58	Nach etwa 2 Minuten dauernden
1	50	60	Krämpfen trat der Tod ein
2	—	60	
2	10	56	
2	20	56	
2	30	56	
2	40	60	
2	50	60	
3	—	54	
3	10	bis	
3	50	58	
4	—	50	
Nach 4 Stunden stark dyspnoisch, athmet mit offenem Maul, obschon durchs Maul keine Luft ging und stirbt unter starken Convulsionen			

Aus beiden Kaninchen habe ich unmittelbar nach ihrem Tode ca. 40 ccm Blut gewonnen. Es reagirte schwach sauer. Bei der spectroskopischen Untersuchung (1 Tropfen auf 10 ccm destillirtes Wasser) zeigte es zwei sehr schwache, verwaschene Absorptionsstreifen, während Blut von einem gesunden Kaninchen auf dieselbe Weise geprüft zwei sehr schöne scharfe Absorptionsstreifen von Oxyhämoglobin zeigte.

Einen Theil dieses Blutes habe ich auf SO_2 untersucht, indem ich es in einen Kolben füllte, Luft darüber und diese durch sehr verdünnte Blutlösung

Digitized by Google

leitete. Letztere wurde nicht entfärbt, ein Zeichen, dass kein SO_2 in die Luft aus dem Blute überging. — Als ich zum Blut Schwefelsäure setzte und wieder Luft darüber leitete, wurde die schwache Blutlösung entfärbt, ein Zeichen, dass vielleicht eine Spur SO_2 im Blute vorhanden war. Ich komme auf diese Reaction später noch zu sprechen.

Zu dem Reste des Blutes habe ich destillirtes Wasser gebracht und es in einer Porzellanschale bis zur vollständigen Gerinnung des Eiweisses gekocht und filtrirt. Das Filtrat reagirte schwach sauer. Mit Salzsäure stark angesäuert und Chlorbarium zugesetzt erfolgte ein starker weisser Niederschlag von schwefelsaurem Baryt.

Diese Resultate erschienen mir so wichtig, dass ich den Versuch 11 wiederholte.

12. Versuch. Versuchsthiere: 1 tracheotomirtes und 1 nicht tracheotomirtes Kaninchen. SO_2-Gehalt der Luft 0,296 %.

Zeitdauer		Athemfrequenz pro Minute	
Stunden	Minuten	Tracheotomirtes Kaninchen	Nicht tracheotomirtes Kaninchen
—	5	nicht gezählt	nicht gezählt
—	15	60	40
—	25	60 Cornea getrübt	40 Cornea getrübt
—	30	60 ruhiges Athmen	38 Dyspnoe
—	40	60	44
—	50	60 Cornea stark getrübt	38 Cornea stark getrübt
1	—	60 Soporös	36 Soporös
1	10	60	36
1	20	60	36
1	30	60	36
1	40	60	36
2	—	60	36
2	20	80 Ohren u. Schnauze cyanos	36
2	30	80	36
2	50	Tod	40
3	—		36 Ohren und Schnauze cyanos
3	20		30 sehr unruhig
3	30		30
3	50		28
4	—		Tod

Das tracheotomirte Kaninchen wurde nach 2 Stunden 30 Minuten unruhig und aus der Tracheacannüle traten einige Tropfen einer schaumigen Flüssigkeit heraus, dann stürzte es zu Boden, machte sehr seltene Athembewegungen, verfiel in Krämpfe und war nach 2 Stunden 50 Minuten todt: kurz vor dem Tode traten wieder einige Tropfen einer schaumigen gelblichen Flüssigkeit aus der Tracheacannüle heraus. — Das nicht tracheotomirte Kaninchen bekam nach

Digitized by Google

4 Stunden 5 Minuten starke Convulsionen, nach continuirlich 3 Minuten lang dauernden Krämpfen erfolgte der Tod.

Zunächst wurde wieder das Blut, das sehr schwach sauer reagirte, auf SO_2 untersucht. Luft darüber geleitet nahm keine SO_2 auf, wurde aber das Blut mit Schwefelsäure gemischt, so entfärbte sich die verdünnte Blutlösung wieder, wie im vorhergehenden Versuche. Ebenso zeigte das Blut wieder einen sehr starken Schwefelsäuregehalt.

Die Leichen wurden auf Eis gelegt und nach 12 Stunden secirt. Im Kehlkopf und in der Luftröhre des nicht tracheotomirten Kaninchens fanden sich hie und da zerstreut liegende, grauweissliche Auflagerungen, welche nicht mit einander zusammenhingen, keine Membran bildeten, die Schleimhaut war dunkel geröthet, Hämorrhagien waren nicht vorhanden. — Lungen beiderseits roth, stellenweise von dunkelrothem, ausgetretenem Blute marmorirt (Lungenödem). Aus Schnittflächen kam bei Druck spärlich, wenig lufthaltender Saft heraus. Ränder emphysematös. — In beiden Vorhöfen des Herzens fanden sich kleine schwarze Blutgerinnsel, die Ventrikel waren beiderseits leer. — Im Gehirn fand sich ausser Blutarmuth nichts Abnormes.

Beim tracheotomirten Kaninchen zeigte sich die Rachenhöhle mässig, der Kehlkopf stark hyperämisch, aber kein Blutaustritt. — In der Luftröhre unterhalb der Canüle zerstreut liegende, grauweissliche geringe Auflagerungen. Schleimhaut bis zu den kleinen Bronchien intensiv dunkel geröthet. — Lungen beiderseits stark marmorirt mit dunkelschwarzen Flecken (Lungenödem). — Im Herzbeutel einige Gramme einer klaren Flüssigkeit. Im rechten Vorhof grosse, im rechten Ventrikel kleine, schwarze Blutgerinnsel, — ebenso im linken Vorhof und linken Ventrikel. — Im Gehirn ausser Anämie nichts Abnormes.

Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die 12 Respirationsversuche. Die erste Rubrik gibt die Gesammtventilation der Kammer während des Versuches gemessen durch die grössere Gasuhr an, die zweite die zur Untersuchung auf SO_2 durch die beiden Quecksilberpumpen abgesaugten und durch die beiden kleineren Gasuhren gemessenen Luftmengen in Litern, die dritte Rubrik die für beide Luftproben gefundene Menge SO_2 in Cubikcentimetern, die vierte den SO_2-Gehalt von Rubrik 1 in pro mille aus jeder Probe berechnet, die fünfte Rubrik das Mittel aus den beiden Proben, die sechste Rubrik zeigt die Differenz zwischen den beiden Luftproben in pro mille und endlich die siebente Rubrik gibt die Zeitdauer der Versuche an. Alle Luftvolumina sind auf 0° C. und 760 ^{mm} Barometer berechnet.

Digitized by Google

Tabelle über die Luftanalysen.

Versuch	Ventilation der Kammer	Untersuchte Luftmengen a und b	SO_2-Gehalt der untersuchten Luftmengen a und b	SO_2-Gehalt der Luft a und b	Mittel des SO_2-Gehaltes der beiden Luftproben	Differenz der beiden Luftproben an SO_2	Zeitdauer der Versuche	
	Liter	Liter	ccm	pro mille	pro mille	pro mille	Std.	Min.
1	12830,894	a) 42,744 b) 48,139	a) 17,400 b) 19,856	a) 0,405 b) 0,393	0,399	0,012	5	—
2	5664,352	21,400 22,952	11,865 12,215	0,554 0,545	0,554	0,009	2	—
3	11712,148	43,922 47,512	27,550 28,175	0,627 0,614	0,620	0,013	6	—
4	4056,099	20,575 20,581	12,950 13,300	0,629 0,646	0,637	0,017	2	—
5	4113,644	21,102 21,696	17,150 17,390	0,812 0,802	0,807	0,01	2	10
6	5540,945	10,680 11,286	10,478 11,168	0,970 0,991	0,980	0,02	2	—
7	5961,854	20,859 21,093	21,336 23,732	1,06 1,12	1,09	0,06	2	50
8	2846,854	14,566 15,299	20,247 21,266	1,39 1,46	1,42	0,07	1	50
9	1489,882	5,455 5,662	10,915 11,389	2,00 2,04	2,02	0,04	1	—
10	33181,786	64,065 68,693	154,00 159,60	2,43 2,33	2,38	0,10	8	10
11	6192,751	25,125 25,761	61,424 65,135	2,44 2,45	2,44	0,01	4	—
12	6367,395	32,639	96,720	2,96	2,96	0,00	4	10

Ueberblickt man die Wirkungen der SO_2-haltigen Luft nach der allmählich ansteigenden Concentration bei diesen 12 Thierversuchen, so gewahrt man ein allmähliches, wenn auch nicht ganz proportionales Ansteigen der Symptome:

1. Bei 0,399 pro mille SO_2 bekamen Kaninchen, Meerschweinchen und Maus bei 4 stündigem Verweilen in der Kammer Reizerscheinungen im Respirationswege (Dyspnoe etc.) und der

Digitized by Google

Augen (Trübung der Cornea), welche Erscheinungen nach Entfernung aus der SO_2-haltigen Luft wieder vollständig verschwinden.

2. Bei 0,544 pro mille SO_2 bekamen bei 2stündigem Verweilen Meerschweinchen und Kaninchen ebenfalls obige Erscheinungen und magerte darnach das Kaninchen ab und erholte sich erst nach einigen Tagen wieder.

3. Bei 0,620 pro mille SO_2 trat bei der Maus nach 6stündigem Verweilen der Tod ein. Das Meerschweinchen zeigte sich krank, aber erholte sich nach einigen Tagen wieder.

4. 0,637 pro mille SO_2 waren für die Maus binnen 2 Stunden tödtlich. Bei Kaninchen und Meerschweinchen verschwanden die eingetretenen Störungen nach einigen Tagen wieder vollständig.

5. Bei 0,807 pro mille SO_2 war die Maus nach 20 Minuten todt. Das Kaninchen nach 2 Stunden aus der Kammer genommen war krank und starb nach einer Woche; das Meerschweinchen erholte sich nach einigen Tagen wieder vollständig.

6. Bei 0,98 pro mille SO_2 starb eine Maus erst nach 40 Minuten. Ein Meerschweinchen war nach 60 Minuten dyspnoisch und Cornea getrübt, erholte sich aber aus der Kammer genommen wieder vollständig.

7. Bei 1,09 pro mille SO_2 starben die Frösche binnen 15 bis 20 Minuten, die Maus aber erst nach 2 Stunden aus den oben angegebenen Gründen.

8. Bei 1,42 pro mille SO_2 starben die Mäuse binnen 20 Minuten. Das Meerschweinchen ging nach 1 Stunde 50 Minuten zu Grunde.

9. Bei 2,02 pro mille SO_2 waren die Frösche nach 10 bis 15 Minnten todt.

10. Bei 2,38 pro mille SO_2 starb das Kaninchen nach 4½ Stunden, das Meerschweinchen nach 7 Stunden.

11. Bei 2,44 pro mille SO_2 ging das nicht tracheotomirte Kaninchen nach 1½, das tracheotomirte nach 4 Stunden zu Grunde.

12. Bei 2,96 pro mille SO_2 war das tracheotomirte Kaninchen nach 2 Stunden 50 Minuten, das nicht tracheotomirte nach 4 Stunden todt.

Digitized by Google

Demnach zeigt sich, dass weder bei den verschiedenen Thiergattungen, noch bei verschiedenen Individuen ein und derselben Gattung ein bestimmter Concentrationsgrad der schwefligen Säure immer die gleiche Wirkung hervorbringt. Im Allgemeinen vertragen die schweflige Säure am wenigsten Frösche, dann folgen Mäuse, dann Kaninchen und den grössten Widerstand leisten Meerschweinchen. Aus allen Versuchen aber geht hervor, dass SO_2 unter allen Umständen ein intensives Gift ist. Schon ein Gehalt von 0,04 % bringt nach einigen Stunden Dyspnoe und Trübung der Hornhaut bei allen Thieren hervor, eine Maus starb bei 0,06 % nach 2 Stunden, bei 0,24 % ein Kaninchen nach 4½ Stunden und ein Meerschweinchen nach 7 Stunden.

Am Menschen wurden keine Versuche angestellt. Er ist vielleicht so empfindlich gegen SO_2, wie eine Maus, vielleicht auch so unempfindlich, ja noch unempfindlicher als ein Meerschweinchen. Darüber müssen quantitative Untersuchungen in Fabriken und Gewerben entscheiden, wo Menschen längere Zeit dem Einflusse der schwefligen Säure in der Luft ausgesetzt sind. Die Wirkungen auf die Luftwege des Menschen treten schon bei sehr geringem Gehalt an SO_2 ein. Ich versuchte oft die Luft in der Kammer, wenn ich meine Versuchsthiere herausnahm, einzuathmen. Durch Oeffnen der Schubthüre war jedenfalls eine Verdünnung eingetreten, bis ich meinen Kopf in die Kammer brachte, aber schon wenn die Thiere eine Luft von 0,05 % geathmet hatten, war es mir unmöglich, einen vollen Athemzug zu nehmen, Stimmritzenkrampf und heftiges Husten hinderten mich daran. Es ist mir daher ganz unfasslich, dass Menschen, wie Hirt angibt, eine Luft von mehreren Procenten SO_2 längere Zeit sollten athmen können.

Die Versuche 11 und 12, die mit je einem tracheotomirten und einem nicht tracheotomirten Kaninchen angestellt wurden, welches dieser Operation nicht unterzogen wurde, zeigen zur Evidenz, dass die Thiere nicht durch zu mangelhafte Luftaufnahme, infolge Reizung der Respirationswege und durch Stimmritzenkrampf zu Grunde gehen. Beim 11. Versuche starb zwar das nicht tracheotomirte Kaninchen zwei Stunden früher als das tracheotomirte, welches nach

Digitized by Google

1 Stunde 40 Minuten todt war und dass beim 12. Versuche das tracheotomirte früher zu Grunde ging als das nicht tracheotomirte, konnte davon herrühren, dass ersteres an dem Schleimpfropf in der Cannüle erstickte, aber es darf nicht übersehen werden, dass das nicht tracheotomirte Kaninchen beim 12. Versuche, wo der SO_2-Gehalt der Luft noch etwas höher war, als beim 11. Versuche, diesen auch 4 Stunden lang aushielt, gerade so, wie das tracheotomirte beim 11. Versuche. Der frühere Tod des nicht tracheotomirten Kaninchens beim 11. Versuche muss demnach aus einer individuellen Verschiedenheit vom tracheotomirten erklärt werden.

II.

Einwirkungen der schwefligen Säure auf das Blut.

Da alles darauf hindeutet, dass die schädliche Einwirkung von SO_2 auf den thierischen Organismus hauptsächlich in der Wirkung auf das Blut gesucht werden muss, so stellte ich darüber mehrere Versuche an.

Wenn man durch defibrinirtes Blut SO_2-haltige Luft leitet, so riecht die aus dem Blute austretende Luft, so lange das Blut eine rothe Farbe behält, nicht im geringsten nach SO_2. Der Geruch darnach stellt sich erst ein, wenn das Blut ganz dunkelroth oder schwarz geworden ist, wozu eine reichliche Menge SO_2 gehört. Ich habe einmal durch 100 ccm destillirtes Wasser, das anderemal durch 100 ccm Blut eine gleiche Menge SO_2-haltige Luft geleitet, wobei die aus dem Wasser austretende Luft schon starken Geruch nach SO_2 zeigte, nachdem 2 Liter Luft durchgeleitet waren, während die durch das Blut gehende Luft nicht darnach roch, selbst nachdem 8 Liter durchgeleitet waren. Das Wasser, welches nach einer Titrirung 130 mg SO_2 enthielt, roch auch nach 24 Stunden noch stark nach SO_2, das Blut weder unmittelbar nach Beendigung des Versuches, noch auch später, auch nicht als ich mit Schwefelsäure ansäuerte.

Um das Absorptionsvermögen des Blutes zu prüfen, habe ich aus schwefligsaurem Natron durch Zusatz von Schwefelsäure SO_2-Gas entwickelt und es mit einem gleichen Volum atmosphärischer

Luft gemischt. 40 ccm dieser Mischung brachte ich in einen mit Quecksilber gefüllten Messcylinder und 4 ccm Blut dazu. Nach kurzer Zeit hatte das Luftvolumen um 20 ccm abgenommen. Dabei wurde das Blut ganz dunkelschwarz. Nach 10 Minuten habe ich den Messcylinder umgedreht und an der darin enthaltenen Luft gerochen, aber nicht den geringsten Geruch nach SO_2 bemerkt.

Es ist das kein ganz exacter Versuch, aber er zeigt, dass das Blut ein grosses Absorptionsvermögen für SO_2 hat und mit grosser Begierde absorbirt und in SO_3 zerwandelt.

Wenn man zur spectralanalytischen Untersuchung so völlig dunkel gewordenes Blut nimmt, indem man, wie gewöhnlich, 1 Tropfen solchen Blutes in 10 ccm destillirten Wassers vertheilt, so findet man keine Absorptionsstreifen von Oxyhämoglobin mehr, sondern die Flüssigkeit verhält sich, wie gewöhnliches Wasser.

Wenn man 1 Tropfen reines Blut mit 10 ccm Wasser mischt, so wird die Mischung deutlich roth und zeigt die bekannten Absorptionsstreifen. Bringt man zu dieser Mischung die geringste Menge SO_2, so verschwindet augenblicklich die rothe Färbung, die einer schwachgelblichen Platz macht und die Flüssigkeit zeigt im Spectralapparat keine Absorptionsstreifen mehr.

Die Entfärbung einer verdünnten Blutlösung durch SO_2 kann sogar zum qualitativen Nachweis von SO_2 in der Luft verwendet werden, so dass selbst $^1/_{100}$ mg davon noch nachweisbar ist. Ich habe darüber folgenden Versuch angestellt. Die durch Verbrennen von Schwefelkohlenstoff entwickelte SO_2 leitete ich durch destillirtes Wasser, welches aus dem Luftstrom SO_2 aufnahm. Durch Titriren mit Chamäleonlösung fand ich, dass 10 ccm dieses Wassers 12 mg SO_2 enthielten. Ich verdünnte nun dieses Wasser so weit, dass 10 ccm genau 1 mg SO_2 enthielten und brachte es mit verdünnten Blutlösungen in verschiedenen Verhältnissen zusammen.

Die Entfärbung von Blutlösungen ist übrigens bekanntlich nicht bloss der schwefligen Säure, sondern allen Mineralsäuren eigenthümlich. Salzsäure wirkt sogar noch intensiver als schweflige Säure.

Ich habe darüber folgende Versuche angestellt.

Digitized by Google

5 ccm verdünntes Blut wurden entfärbt
durch 0,74 mg Chlorwasserstoff,
1,28 » schweflige Säure,
1,30 » Schwefelsäure,
1,41 » Salpetersäure,
4,11 » Essigsäure.

Man kann daher die oben S. 235 angeführte Reaction nicht mit Bestimmtheit auf Spuren von SO_2 im Blute deuten.

Die wichtigste Wirkung der SO_2 aufs Blut scheint mir die sofortige Umwandlung derselben in SO_3 auf Kosten des Sauerstoffes des Oxyhämoglobins zu sein. Darauf hat schon Eulenberg[1]) hingewiesen, indem er sagt: »Im Blute verwandelt sich die schweflige Säure allmählich in Schwefelsäure. Diese Verwandlung erfolgt sowohl im Organismus als auch ausserhalb des Organismus.« Meine Versuche zeigen, dass diese Umwandlung augenblicklich vor sich geht, da die durch Blut geleitete SO_2-haltige Luft sofort allen Geruch verliert. Wenn man Blut, durch welches SO_2 geleitet wurde, mit Wasser verdünnt und durch Kochen coagulirt, so findet man im Filtrat stets entsprechende Mengen SO_3. Bei allen meinen durch SO_2 getödteten Versuchsthieren habe ich im Blute nie SO_2, aber stets grössere Mengen SO_3 gefunden. Wenn man solches Blut im Kolben erhitzt und Luft darüber und diese durch verdünnte Blutlösung leitet, so wird letztere nicht entfärbt. Erst wenn man das Blut mit Schwefelsäure ansäuert und erwärmt, so entfärbt sich nach längerem Darüberleiten von Luft die verdünnte Blutlösung. Daraus könnte man auf eine Spur SO_2 schliessen, die im Blute geblieben wäre. Da aber jedes Blut Kochsalz enthält, und die Schwefelsäure nicht bloss schweflige Säure, sondern auch Salzsäure frei macht, welche flüchtig wie SO_2 ist und verdünnte Blutlösung noch energischer entfärbt, als SO_2, so muss man wohl annehmen, dass SO_2 im Blute sofort vollständig in SO_3 übergeht.

Diese Wirkung aufs Blut hat nur die freie schweflige Säure und nicht die schwefligsauren Salze. Neutrale schwefligsaure Salze

1) Gewerbehygiene S. 150.

Digitized by Google

kann man dem Blute in grosser Menge zusetzen, ohne dass sich die Farbe des Blutes ändert und ohne dass die Hämoglobinstreifen im Spectrum verschwinden. Daher mag es auch kommen, dass geringe Mengen SO_2 eingeathmet keine schädlichen Folgen haben. Blut von Gesunden enthält stets eine gewisse Menge kohlensaures Natron, welches eine gewisse Menge freier SO_2 zu sättigen, zu neutralem schwefligsauren Natron zu verwandeln vermag. Ist aber kein kohlensaures Natron mehr im Blute vorhanden, so beginnt die zerstörende Wirkung auf die Blutkörperchen. Das Blut der durch SO_2 getödteten Thiere reagirte bei all meinen Versuchen sauer.

Nach diesen Resultaten darf man SO_2 eingeathmet sicherlich als ein ähnlich heftig wirkendes Blutgift bezeichnen, wie CO (Kohlenoxydgas). Wenn Thiere SO_2 in ihr Blut aufnehmen, so erkranken und sterben auch sie nicht dadurch, dass ihr Blut keinen Sauerstoff mehr behält, gleichwie auch bei den CO-Vergiftungen die Symptome und der Tod nicht vom Sauerstoffmangel abgeleitet werden können, sondern von der Gegenwart des dem Blute fremdartigen CO-Hämoglobin, welches selbst in absolut äusserst geringer Menge schon wirkt. Und so scheinen auch schon sehr geringe Mengen von Blutkörperchen, welche ihren Sauerstoff durch SO_2 verloren haben und dafür SO_3 enthalten, zu einem Gifte zu werden, welches schon in geringer Menge wirkt. Es geht das sehr deutlich aus den Versuchen mit den Fröschen hervor, bei welchen ein Schenkel abgebunden wurde, ehe die Thiere dem Einflusse von SO_2 ausgesetzt wurden und daran zu Grunde gingen. Die abgebundenen Schenkel, in welchen kein Blut circuliren konnte, welches mit SO_2 in Berührung kam, zeigten sich nach dem Tode so reizbar, wie bei gesunden Fröschen; hingegen war die Reizbarkeit in den nicht abgebundenen Schenkeln, durch welche bis zum eintretenden Tode Blut strömte, welches mit SO_2 in Berührung gekommen war, auf ein Minimum reducirt.

Digitized by Google

Ueber die hygienische Bedeutung und die Erkennung des Kohlenoxyds.

Von

Dr. Max Gruber,
Professor der Hygiene in Graz.

Unter der obigen Aufschrift hat A. P. Fokker im letzten Hefte des vorigen Jahrgangs dieses Archives S. 503 allerlei Ausstellungen an der von mir [1]) benutzten Methode des Kohlenoxydnachweises von Fodor und an den von mir aus meinen Versuchen gezogenen Schlüssen über die hygienische Bedeutung kleiner Kohlenoxydmengen gemacht.

Ich habe darauf nur wenig zu erwidern.

Ich glaube durch meine Versuche bewiesen zu haben, dass die von manchen Autoren behauptete, mit der Dauer der Einathmung einer kohlenoxydhaltigen Luft steigende Anhäufung von Kohlenoxyd im Blute nicht stattfindet und dass bei einem gewissen Grade der Verdünnung des Kohlenoxydes auch bei tagelanger Einathmung keine Vergiftungserscheinungen eintreten.

Auf Grund dieser Thatsachen habe ich mich für berechtigt gehalten, Kohlenoxydmengen, welche unter dieser Verdünnungsgrenze liegen, für unschädlich zu erklären. Ich that dies insbesondere mit Rücksicht darauf, dass kein Grund vorliegt, die Giftwirkungen des Kohlenoxyds auf etwas Anderes als auf die Beschlagnahme des Hämoglobins und den dadurch bedingten Sauerstoffmangel zu beziehen. Die unbedeutenden Kohlenoxydmengen, welche bei niederem Partiardrucke dieses Gases in der

1) Archiv f. Hygiene Bd. 1 S. 145.

Digitized by Google

Luft, ins Blut aufgenommen und dort nicht sofort verbrannt werden, könnten somit nur dadurch schädlich wirken, dass sie einen kleinen Theil des Hämoglobins seiner Function als Sauerstoffträger entziehen.

Diesem Umstande kann ich aber keine Bedeutung beimessen. Eine Fülle physiologischer Erfahrungen berechtigt mich dazu. Sie alle anzuführen, wäre zu weitläufig. Ich nenne nur einige: Unter normalen Umständen enthält das venöse Blut stets noch beträchtliche Sauerstoffmengen. Es wird also normalerweise den Geweben ein beträchtlicher Ueberschuss von Sauerstoff zugeführt; ob dieser etwas grösser oder kleiner ist, hat keine Bedeutung.

Der Blutkörperchengehalt des Blutes, daher auch sein Hämoglobin- und sein Sauerstoffgehalt unterliegen beträchtlichen physiologischen Schwankungen ohne den geringsten Schaden für das Individuum.

Eine geringe Abnahme des Sauerstoffgehaltes des Blutes wird aufs leichteste durch eine geringe Beschleunigung des Blutstromes compensirt etc. etc.

Herr Fokker möge es mir demnach nicht übel nehmen, wenn ich durch seine Meinungen über die Ursache der »Anemie des cuisiniers« und der schlechten Ernährung der Stubenhocker in meinem Urtheil nicht schwankend werde.

Ich habe als Beweis dafür, dass bei geringem Kohlenoxydgehalte der Luft wirklich nur minimale Quantitäten des Gases ins Blut aufgenommen werden, Versuche mitgetheilt, bei denen hochgradig verdünntes Kohlenoxyd (2^{ccm} in 20 Liter Luft) mit immer neuen Blutproben zusammengebracht wurde.

Obgleich die jedesmal verwendete Blutmenge weitaus hinreichte, das gesammte vorhandene Kohlenoxyd zu binden, wurde doch jedesmal nur eine minimale Menge davon aufgenommen und es blieb so viel Kohlenoxyd in der Luft zurück, dass auch noch die 4. Blutprobe eine nachweisbare Menge davon aufnehmen konnte. Die Dauer der Berührung von Luft und Blut änderte an diesem Resultate nichts.

Fokker bemängelt die Beweiskraft dieses Versuches.

Digitized by Google

Bei dem Schütteln von 10 ccm Blut (Fokker übersieht hier dass beim Fodor'schen Verfahren des Kohlenoxydnachweises das Blut verdünnt wird, dass also zwar 10 ccm Blut aber 30—40 ccm Flüssigkeit verwendet werden) mit 20 Liter Luft finde keine ausgiebige Berührung zwischen beiden statt, während in den Lungen das Blut der Luft eine ungeheure Oberfläche darbiete.

Dass die Lungen eine unnachahmliche Einrichtung dafür besitzen, das Blut in dünnster Schichte mit der Luft in Berührung zu bringen, ist zweifellos. Aber in der Lunge bleibt das einzelne Blutkörperchen auch nur secundenlang mit der Luft in Berührung, während man bei den Absorptionsversuchen ausserhalb des Körpers die Zeit der Berührung beliebig verlängern kann. Ferner ist gerade die von Fokker beanstandete geringe Flüssigkeitsmenge, die bei Fodor's Verfahren verwendet wird, der raschen Absorption günstig, da es so möglich ist, die Flüssigkeit in dünnster Schichte auf der inneren Oberfläche der Schüttelflasche zu vertheilen.

Ferner findet Fokker, dass in der Lunge Bedingungen existiren, welche die Aufnahme des CO erleichtern müssen. Ich gehe auf seine diesbezüglichen Erörterungen nicht ein. Seine Vorstellungen über den Dissociationsvorgang sind jedenfalls andere als die heute bei Chemikern und Physikern geltenden. Diese wissen von einer zeitlichen Trennung der Bildung und Dissociation einer Verbindung in der Art, wie sie Fokker annimmt, nichts.

Uebrigens hätte Fokker's Polemik gegen meine Absorptionsversuche nur dann Berechtigung, wenn die Versuche am lebenden Thiere mit ihnen im Widerspruche stünden. Da dies nicht der Fall ist, handelt es sich nur darum, eine Meinung Fokker's durch eine andere zu stützen.

Nach den Versuchen von Kreis[1]) darf man als erwiesen annehmen, dass sich der Organismus vom Kohlenoxyd hauptsächlich durch seine Verbrennung zu Kohlensäure befreit.

Wie energisch diese Oxydation vor sich gehen muss, ergibt sich aus dem Resultate meiner Versuche im Zusammenhalte mit

1) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 26 S. 425.

Digitized by Google

den interessanten Ergebnissen, welche Hüfner und Külz[1]) erhalten haben, indem sie Hämoglobinlösungen mit Luft von wechselndem Kohlenoxydgehalte schüttelten und dann spectrophotometrisch bestimmten, wie viel von dem verwendeten Hämoglobin mit Sauerstoff und wie viel mit Kohlenoxyd sich verbunden habe.

Es zeigte sich z. B., dass bei einem Gehalte der Luft von 0,25 Vol.-Proc. CO 60,4 %, d. h. nahezu ⅔, des Hämoglobins sich mit Kohlenoxyd verbanden, dass selbst bei 0,041 % CO noch 38,9 % des Hämoglobins als Kohlenoxydhämoglobin vorhanden war.

Vergleicht man damit, dass meine Kaninchen eine Luft mit 0,25 % CO viele Stunden lang athmen konnten, ohne zu verenden; dass eine Luft mit 0,044 — 0,059 % CO bei tagelanger Einwirkung auch nicht die geringste wahrnehmbare Gesundheitsstörung bewirkte, dann muss man zur Ueberzeugung kommen, dass sich der lebende Organismus in ausgiebiger Weise von dem Gifte zu befreien vermag, dass also Kohlenoxydmengen, die unter der von mir bezeichneten Schädlichkeitsgrenze von 0,02 % liegen, um so mehr bedeutungslos sein müssen.

Wenn ich die Bedeutungslosigkeit solcher kleiner Kohlenoxydmengen mit so viel Nachdruck betont habe und betone, so thue ich dies selbstverständlich nur im Interesse der richtigen, wissenschaftlichen Auffassung und Erklärung der zweifellos vorhandenen schädlichen Wirkung des dauernden Aufenthaltes in geschlossenen Räumen etc. Durch Speculationen, wie die Fokker's, dass diese Wirkung auf dem Kohlenoxydgehalte solcher Luft beruhe, würde, wenn andere sie theilen würden, die Forschung nur von dem richtigen Wege abgelenkt.

Dagegen ist es mir niemals eingefallen, in praktischer Hinsicht Gleichgültigkeit auch gegen die kleinsten Kohlenoxydmengen in der Luft unserer Wohn- oder Arbeitsräume, wenn sie nur sicher nachgewiesen und nicht a priori postulirt sind, zu predigen. Ich verweise diessbezüglich auf das von mir auf der

1) Journ. f. prakt. Chem. Bd. 28 S. 256.

Digitized by Google

9. Versammlung des »Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege« Gesagte [1]).

Nicht stichhaltiger als die eben besprochenen Einwendungen Fokker's ist seine abfällige Kritik des Fodor'schen Kohlenoxydnachweises. Er erhebt dagegen drei Bedenken. Nur das erste und das dritte stützt sich auf experimentelle Erfahrung des Verfassers.

Das erste lautet, dass bei dem Durchsaugen von Luft durch die Palladiumchlorürlösung nicht alles Kohlenoxyd sicher zurückgehalten werde. Den Beweis dafür scheint Fokker so geführt zu haben, dass er unverdünntes oder sehr concentrirtes Kohlenoxyd durch zwei Absorptionsapparate mit Palladiumchlorür leitete, denn er berichtet, dass im zweiten Apparate bereits Reduction eingetreten sei, bevor noch alles (!) Chlorür im ersten Apparate reducirt gewesen sei.

Und das soll ein Beweis dafür sein, dass man die minimalen Mengen CO, um die es sich gewöhnlich bei Luftuntersuchungen handeln wird, nicht sicher in der Palladiumlösung zurückhalten könne! Ich kann versichern, dass ich bei Verwendung eines Geissler'schen Kaliapparates bei langsamem Luftstrome niemals Reduction in der dritten Kugel erhielt.

Der zweite Einwand besteht lediglich in Speculationen über die Bedingungen der Bildung und Dissociation der Kohlenoxydverbindung. Er ist gänzlich bedeutungslos gegenüber dem von Fodor und mir experimentell gelieferten Nachweise von 1 Theil CO in 20000 Theilen Luft.

Drittens behauptet Fokker, beim Durchsaugen von Luft gelange leicht Blutschaum in die Palladiumchlorürlösung.

Diess könnte nur bei ganz schlechtem Arbeiten geschehen. In der That ist das Schäumen ganz unbedeutend, da die Eiweisskörper des Blutes rasch coagulirt werden. Somit zerfallen die Einwände Fokker's in nichts. Die von ihm neu angegebene Methode im Detail zu kritisiren ist überflüssig. Wer das Fodor'sche Verfahren kennt, wird diese Verbesserung schwerlich annehmen.

1) Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspfl. Bd. 14 Heft 1.

Digitized by Google

Am Schlusse seiner Abhandlung spricht Fokker von »dem Kohlenoxydgehalte der Luft unserer geheizten und von Rauch erfüllten Wohnungen« wie von einer bekannten und allseitig bewiesenen Thatsache. Nach einem experimentellen Beweise dafür habe ich mich vergeblich umgesehen. Oder betrachtet Fokker als solchen seine Angabe, dass er in von der Nähe des Ofens entnommener Luft durch Palladiumchlorür Kohlenoxyd nachweisen konnte? Aber diese Verwendung von Palladiumchlorür zum Kohlenoxydnachweise in der Luft, ohne vorhergehende Absorption durch Blut, gibt ja erwiesenermaassen unbrauchbare Resultate.

Digitized by Google

Bemerkungen zur Prüfung des Weines auf Kartoffelzucker.

Von

Dr. E. Egger,

Vorstand des chemischen Untersuchungsamtes für die Provinz Rheinhessen.

Nessler und Barth[1]) haben das Neubauer'sche Verfahren bei der Prüfung der Weine auf Kartoffelzucker dahin vereinfacht, dass sie 210 ccm Wein, behufs völliger Abscheidung der Weinsäure mit Kaliumacetatlösung versetzen, und dann bis zum dünnen Sirup einengen. Zu dem Eingedampften wird, solange noch eine Fällung entsteht, 90 proc. Alkohol zugegeben, die alkoholische Lösung, wenn sie vollständig geklärt ist, abgegossen oder abfiltrirt. Die klare Flüssigkeit verdampft man nun unter Zugabe von etwas Wasser bis auf etwa 15 ccm, nachdem zum Schlusse, behufs Entfärbung derselben, etwas Thierkohle zugegeben worden war, filtrirt nun, wäscht aus, bringt das Filtrat auf 30 ccm ($^1/_7$ der angewandten Weinmenge) und polarisirt. Zeigt die resultirende Flüssigkeit eine Drehung von mehr als + 0,6 ° W., so darf der Wein mit Sicherheit als kartoffelzuckerhaltig begutachtet werden.

Die Zweckmässigkeit des neuen Verfahrens brachte es mit sich, dass es sich alsbald allgemein eingebürgert hat und auch wir haben seit seinem Bekanntwerden stets darnach gearbeitet.

Jüngst gemachte Erfahrungen veranlassen uns darauf hinzuweisen, dass es unumgänglich nothwendig ist, an den von Nessler und Barth gegebenen Vorschriften genau festzuhalten, weil abweichende Resultate erhalten werden, sobald der Wein statt zum dünnen Sirup, zur Extractdicke eingedampft wird. In letzterem Falle scheinen die in einem Weine vorhandenen unvergärbaren Stärkezuckerreste ihre Löslichkeit in Alkohol theilweise zu verlieren.

---

1) Zeitschrift für analytische Chemie Bd. 21 S. 53.

Digitized by Google

Nachstehende Versuche mögen zum Beweise des Gesagten dienen:

Versuch I.

Wein nach der Fällung mit Bleiacetat und Natriumcarbonat im 220 mm Rohr polarisirt . . . . = + 0,4° W.

Nach vorherigem Concentriren bis zum dünnen Sirup zeigten 30 ccm Filtrat der Alkohollösung polarisirt . . . . . . = + 2,4° W.

Nach vorherigem Concentriren bis zur Extractdicke zeigten 30 ccm Filtrat der Alkohollösung polarisirt . . . . = + 0,6° W.

Versuch II.

Wein nach dem Invertiren, Behandeln mit Bleiacetat und Natriumcarbonat, Polarisation . . . . = + 0,5° W.

Wein nach vorherigem Concentriren auf 70 ccm. 30 ccm der Alkohollösung ergaben Polarisation . . . . = + 3,3° W.

Wein nach vorherigem Concentriren auf 40 ccm. 30 ccm der Alkohollösung ergaben Polarisation . . . . = + 2,7° W.

Wein nach vorherigem Concentriren zur Extractdicke. 30 ccm der Alkohollösung ergaben Polarisation . . . . = + 1,3° W.

Versuch III.

Wein nach dem Invertiren, Behandeln mit Bleiacetat und Natriumcarbonat, Polarisation . . . . = + 0,7° W.

Wein nach vorherigem Concentriren auf 25 ccm. 30 ccm der Alkohollösung ergaben Polarisation . . . . = + 2,7° W.

Wein nach vorherigem Concentriren zur Extractdicke. 30 ccm der Alkohollösung ergaben Polarisation . . . . = + 0,75° W.

Versuch IV.

Wein nach dem Invertiren, Behandeln mit Bleiacetat und Natriumcarbonat, Polarisation . . . . = + 1,10° W.

Wein nach vorherigem Concentriren auf 40 ccm. 30 ccm der Alkohollösung ergaben Polarisation . . . . = + 7,2° W.

Wein nach vorherigem Concentriren auf 20 ccm. 30 ccm der Alkohollösung ergaben Polarisation . . . . = + 6,5° W.

Wein nach vorherigem Concentriren zur Extractdicke. 30 ccm der Alkohollösung ergaben Polarisation . . . . = + 3,4° W.

Der zu Versuch I verwendete Wein, den man bei genauer Einhaltung des Verfahrens als kartoffelzuckerhaltig bezeichnen muss, würde nicht zu beanstanden sein, sobald zur Extractdicke verdampft wird; denn in diesem Falle ist die Rechtsdrehung der Alkohollösung nur + 0,6° W. und Weine, deren Alkohollösung kein grösseres Drehungsvermögen als + 0,6° W. besitzt, sind nach den Untersuchungen von Nessler und Barth als nicht kartoffelzuckerhaltig anzusehen.

Digitized by Google

Beitrag zu den Studien über das Verhältnis von Alkohol zu Glycerin im Biere.

Von

Dr. E. Egger,

Vorstand des chemischen Untersuchungsamtes für die Provinz Rheinhessen.

Bei der chemischen Untersuchung gegorener Flüssigkeiten, namentlich von Wein und Bier, hat in neuerer Zeit die Bestimmung von Alkohol und Glycerin an Bedeutung gewonnen, weil man gefunden hat, dass die durch den Gärungsprocess entstandenen Alkohol- und Glycerinmengen in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnisse zu einander stehen.

Durch die Arbeiten von Nessler und Barth[1]), ferner von R. Fresenius und E. Borgmann[2]) ist nachgewiesen, dass in reinen Naturweinen auf 100 Theile des durch Gärung gebildeten Alkohol zum mindesten 7 Theile Glycerin treffen, so dass angenommen werden kann, dass ein Wein, der auf 100 Theile Alkohol weniger als 7 Theile Glycerin enthält, einen künstlichen Alkoholzusatz erfahren habe. Andererseits würde ein Gehalt von 15—20 Theilen Glycerin auf 100 Theile Alkohol, mit Sicherheit darauf schliessen lassen, dass dem Weine nachträglich Glycerin zugesetzt worden sei.

Ueber das Verhältniss zwischen Alkohol und Glycerin im Biere hat neuerdings E. Borgmann[3]) in einer Anzahl von Bierproben verschiedener Herkunft Untersuchungen angestellt und dabei auf 100 Theile Alkohol im Maximum 5,497 Theile, und im Minimum 4,140 Theile Glycerin gefunden. Diese Untersuchungen erstreckten sich durchwegs auf bereits fertige, durchgegorene Biere. Uns erschien es daher von Interesse, zu erfahren, in welchem Grade die Bildung von Alkohol und Glycerin im Biere während der Gärung fortschreitet, und wie hierbei das Verhältniss zwischen diesen beiden Körpern wechselt.

---

1) Zeitschrift für analytische Chemie Bd. 21 S. 53.
2) Ebenda Bd. 22 S. 46.
3) Ebenda Bd. 22 S. 532.

Digitized by Google

Herr G. Jung, Director der Mainzer Actienbrauerei, kam der Ausführung unseres Vorhabens mit grösster Bereitwilligkeit entgegen, indem er von einem am 30. November fertig gestellten Sude einen Bottich absondern, und nach vollendeter Hauptgärung, das in demselben befindliche Bier in ein von den übrigen Fässern getrennt lagerndes Fass füllen liess, so dass die allmähliche Bildung von Alkohol und Glycerin durch zeitweise Entnahme von Proben und Untersuchung derselben verfolgt werden konnte.

Die Untersuchung der einzelnen Proben wurde durch den I. Assistenten des Untersuchungsamtes, Herrn H. Röttger, ausgeführt und die Methode, welche hierbei in Anwendung kam, war die von E. Borgmann[1]) für die Bestimmung des Glycerins in Süssweinen angegebene, die von letzterem auch bei den vorhin erwähnten Untersuchungen benutzt worden war.

Nach E. Borgmann werden 100 ccm Bier mit etwas Quarzsand auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft. Die zurückbleibende sirupartige Masse zieht man sodann nach und nach mit 150 ccm absolutem Alkohol aus und vereinigt die Auszüge in einem geräumigen Glaskolben. Hierzu fügt man auf 1 Theil des angewandten Alkohols 1½ Theile Aether, schüttelt gut durch und lässt die Flüssigkeit so lange ruhig stehen, bis sie vollkommen klar geworden ist. An dem Boden hat sich das Dextrin und der grösste Theil des Zuckers abgesetzt, während in der Alkohol-Aetherlösung das Glycerin enthalten ist. Man giesst die klare Lösung von dem Bodensatze ab, und spült letzteren noch einigemale mit geringen Mengen eines Gemisches von 1 Theil Alkohol und 1½ Theilen Aether nach. Die vereinigten Lösungen destillirt man sodann ab, bringt den Rückstand mit Hilfe von etwas Wasser in eine Porzellanschale, gibt etwas Kalkmilch zu und verdampft bis nahe zur Trockne. Das Zurückgebliebene wird nun in einem Kolben mit 96 proc. Alkohol 3—4 mal ausgekocht, im Filtrat der Alkokol abdestillirt, bzw. verdunstet und der Rückstand mit 10 ccm absolutem Alkohol in ein Stöpselgläschen gespült und dann 15 ccm Aether zugegeben. Nachdem sich die Flüssigkeit geklärt hat, giesst man sie in ein anderes gewogenes Stöpselglas ab, behandelt den Rückstand nochmals mit etwas Alkohol und Aether, lässt die Auszüge im gewogenen Gläschen verdunsten, trocknet bei 100 ° C. und wägt das Glycerin, nachdem es erkaltet, nahezu fest geworden ist.

Bevor mit den fortlaufenden Untersuchungen an der zur Vergärung aufgestellten Würze begonnen wurde, sind Versuche darüber angestellt worden, inwieweit die oben beschriebene Methode übereinstimmende Resultate liefert. Es diente hierzu ein aus einer benachbarten Wirthschaft geholtes Schenkbier, von

---

1) Zeitschrift für analytische Chemie Bd. 21 S. 239.

Digitized by Google

welchem dreimal je 100g — nachdem das Bier vorher durch längeres Schütteln von Kohlensäure befreit worden war — zur Glycerinbestimmung verwendet wurden.

Die Resultate, welche wir hierbei erhielten, waren folgende:

I. 100g Bier ergaben = 0,148g Glycerin
II. 100 » » » = 0,145 » »
III. 100 » » » = 0,146 » »

Die am 30. November abgelassene Würze besass ein spec. Gewicht von 1,055 bei 15° C., was nach den Tabellen von Schultze[1]) einem Extractgehalte von 13,86g in 100g entspricht.

Ueber ihre weitere Entwickelung während der Gärung gibt nachstehende Tabelle Aufschluss:

Tag der Entnahme	Specifisches Gewicht der Würze bei 15° C.	100g der Würze gaben		Alkohol zu Glycerin		Vergährungsgrad
		Alkohol grm.	Glycerin grm.	Alkohol	Glycerin	
30. XI. 83	1,055	—	—	—	—	—
4. XII. 83	1,044	1,62	0,085	100	5,18	21,7
7. XII. 83	1,0294	3,12	0,115	100	3,68	41,7
11. XII. 83	1,0248	3,71	0,173	100	4,66	47,4
4. I. 84	1,0217	4,00	0,162	100	4,05	51,0
23. I. 84	1,0209	4,12	0,164	100	3,98	51,9
27. II. 84	1,0199	4,12	0,160	100	3,88	53,5

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, dass das Glycerin im Verhältnisse zum Alkohol abnimmt, je mehr die Gärung fortschreitet. Vom 23. Januar ab änderte sich der Alkoholgehalt des Bieres nicht weiter und dennoch verringert sich der Glyceringehalt derselben. Am 23. Januar war das Verhältnis von Alkohol zu Glycerin noch 100 : 3,98, am 27. Februar dagegen nur mehr 100 : 3,88.

Ob diese Wahrnehmung eine zufällige ist, oder ob in dem Biere, auch wenn eine Steigerung seines Alkoholgehaltes nicht mehr stattfindet, thatsächlich eine weitere Verminderung des Glyceringehaltes eintritt, darüber hoffen wir nach weiteren Untersuchungen Aufschluss geben zu können.

Bei denselben soll auch noch der Einfluss studirt werden, den die bei der Gärung herrschende Temperatur und die Quantität und Qualität der Hefe auf die mehr oder weniger rasche Bildung und das Verhältniss von Alkohol zum Glycerin ausübt.

1) Zeitschrift f. analytische Chemie Bd. 19 S. 104.

Digitized by Google

Ueber den Einfluss der Wohnungsverhältnisse auf die Verbreitung von Cholera und Typhus[1]).

Von

Prof. Dr. Joseph v. Fodor

in Budapest.

I. Zweck und Anordnung der Untersuchungen.

Der Gegenstand, der uns in vorliegender Abhandlung beschäftigen soll, bildet ein Glied in jener Reihe von Untersuchungen, welche ich seit Jahren zu Budapest zu dem Zwecke anstelle, um die Bedingungen klar zu stellen, unter deren Einwirkung gewisse Infectionskrankheiten, namentlich Cholera und Typhus, sich hier verbreiten.

Ueber einen Theil dieser Forschungen, nämlich über den Einfluss von Luft, Boden und Wasser auf die Epidemien von Budapest, habe ich in meinem Werke[2]) bereits Rechenschaft gegeben. Die folgenden Mittheilungen bilden eine Fortsetzung jener Untersuchungen und stehen mit denselben in organischem Zusammenhang.

Auf Grund meiner erwähnten Untersuchungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass sowohl dem Boden, als gewissen Verhältnissen des Wassers in Budapest, ein ausgesprochener Einfluss auf die Verbreitung von Cholera und Typhus, sowie anderer Infectionskrankheiten (d. i. von Darmkatarrh und Wechselfieber) zukommt. In genannter Arbeit habe ich auch nachgewiesen, dass jener

1) Vorgetragen in der Sitzung der math.-naturwiss. Klasse der ungar. Akademie der Wissenschaften am 19. Febr. 1883.

2) Deutsch: Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser etc. Aus dem Ungarischen übersetzt. Braunschweig, Vieweg's Verlag 1881/82.

Digitized by Google

Einfluss in erster Reihe vom Schmutz im Boden und im Wasser abhängig ist, indem die genannten Krankheiten in ihrem localen Vorherrschen und ihrer zeitlichen Entwickelung mit der Verunreinigung und dem faulenden Zustand von Boden und Wasser eine unverkennbare Uebereinstimmung aufwiesen.

Diese Thatsachen führten naturgemäss zu der Frage: ob denn die Fähigkeit, die Verbreitung von Cholera und Typhus zu begünstigen, wohl ausschliesslich an den Schmutz im Boden und im Wasser gebunden, und ob nicht derselbe Einfluss mehr oder weniger Allem gegeben sei, was in der Umgebung des Menschen Schmutz und Fäulnis bedingt, anhäuft und den menschlichen Körper mit den Producten und Organismen der Fäulnis erfüllt. Insbesondere fragte es sich, ob besagte epidemische Krankheiten auch durch jenen Schmutz gefördert werden, welcher in unreinen Häusern, Höfen und Wohnungen angehäuft liegt?

Um eine Antwort auf diese in epidemiologischer und hygienischer Beziehung gleich wichtige Frage zu erhalten, habe ich in den links der Donau gelegenen Stadttheilen von Budapest die Reinlichkeitsverhältnisse der Häuser untersucht und mit dem von denselben den Epidemien gegenüber bekundeten Verhalten verglichen. Dabei wurde aber der hygienische Allgemeinzustand der Häuser auch nicht ausser Acht gelassen, um zu erkennen, ob die Gesundheit der Bewohner durch Grösse der Gebäude, Ueberfüllung der Wohnungen, Unterkellerung oder unmittelbares Aufliegen auf dem nackten Erdboden nachweisbar berührt wird.

Um für diese Untersuchungen vergleichbare Daten zu erlangen, habe ich aus meinen Büchern alle Häuser ausgezogen, welche von 1863 bis Ende 1877 (während 15 Jahren) bezüglich der Cholera und des Typhus sich auffallend verhielten; einerseits die, in welchen jene Krankheiten während wiederholtem epidemischen Vorherrschen gar keinen oder nur einen Todesfall verursacht hatten, wo mithin auch die der Verbreitung der Epidemie günstigen Verhältnisse nicht vorhanden waren (immune Häuser); andererseits

1) Vgl. Hygienische Untersuchungen etc., III. Thl., S. 358.

Digitized by Google

notirte ich jene Häuser, welche während derselben Zeit an einer dieser Krankheiten zwei und mehr Todesfälle aufzuweisen hatten, welche daher zu Epidemien disponirt waren [1]).

Bei der Auswahl der Häuser wurde besonders darauf Bedacht genommen, dass es möglichst nahe zu einander, in derselben Strasse gelegene gesunde und Seuchenhäuser seien, was um so leichter gelang, als, wie ich in meiner hierauf bezüglichen früheren Arbeit dargelegt habe, immune und verseuchte Häuser in allen Theilen der Stadt nebeneinander angetroffen werden konnten [2]).

Insgesammt wurden 1300 Häuser notirt, worauf ich mich anschickte, dieselben einzeln zu untersuchen. Die Inspection habe ich im Laufe des Schuljahres 1878/79 in Gesellschaft meines damaligen Assistenten Prof. v. Rózsahegyi ausgeführt.

In den Hof des Hauses eingetreten machten wir die Runde, beobachtend ob das Gebäude Stockwerke hatte oder ebenerdig war, ob es unterkellert ist, bewohnte Kellerzimmer enthält, ob die Parterre- und Kellerwohnungen hoch oder tief gelegen sind, ob die Zimmer im Erdgeschoss unterkellert sind oder nicht u. s. f., um zu sehen, ob durch die Bauart und durch das Aufliegen auf dem feuchten Erdboden und Aehnliches die Seuchendisponition des Hauses beeinflusst wird oder nicht. Wir notirten ferner, ob der Hof rein, oder unrein, mit Kehricht bedeckt, ob er gepflastert ist oder nicht.

Wir richteten ferner unser Augenmerk auf den Zustand der sichtbaren Wohnräume, auf das Treppenhaus, die Gänge und deren Reinlichkeit, gleichzeitig die im Haus und Hof verkehrende Bevölkerung beobachtend, um aus ihrem Aeusseren, der reinlichen oder unreinen Erscheinung, auf die Wohnungsverhältnisse und auf den Reinlichkeitsgrad der Wohnungen Schlüsse zu ziehen. Endlich besichtigten wir die Lage der Aborte, den Verlauf der Haussiele, die Entfernung beider vom Brunnen u. s. w. Die bezüglichen Beobachtungen wurden an Ort und Stelle zu Protokoll genommen.

1) Bezüglich Sammlung und Notirung dieser Daten s. Ausführlicheres in: Hygienische Untersuchungen etc., II. Thl., S. 182 ff.

2) a. a. O. S. 192; vgl. ferner daselbst Taf. VII u. VIII.

Digitized by Google

Es waren dies ermüdende Spaziergänge über das ganze ausgedehnte Gebiet der Stadt, von Strasse zu Strasse, von Haus zu Haus. Dafür war aber der Rundgang auch entsprechend interessant und lehrreich. Wir verkehrten in Strassen, die wir früher nicht einmal dem Namen nach kannten, in Häusern, deren Inneres, Bewohner u. a. die eigenthümlichsten waren. Wir bekamen dabei in manchen entlegenen Strassen solchen Schmutz zu sehen, wie wir ihn nie erwartet hätten, und welcher mit Recht ein energisches Eingreifen der Sanitätsbehörde des Bezirkes verdiente. Wir konnten sehen, wie zur Anschüttung der Strassen stellenweise auch heute noch Kehricht und Dünger verwendet wird; den Stallmist sahen wir in den Strassen abgelagert; die Stalljauche bildet da kleine Sümpfe und zwar selbst an der Stelle, wo in der Tiefe von einigen Metern das Grundwasser der nahen Pumpstation des Wasserwerkes zuströmt, um da gehoben und als Getränk vertheilt zu werden.

Manche Strassen waren von Koth oder Staub beinahe unpassirbar. In den Häusern fanden wir häufig den Stalldünger hoch angehäuft und die Jauche in die benachbarten Brunnen fliessend; den Spiegel des Grundwassers — häufig genug nicht mehr als 2—3^{m} unter der Oberfläche gelegen — irisirt beinahe von dem obenauf schwimmenden Schmutze. Wir konnten überfüllte Aborte, bewohnte Schuppen, überfüllte Quartiere, in den Keller verlegte Kuhställe und vieles Andere sehen, was jedem, der ein Gefühl für die öffentliche Gesundheit hat, ganz unzulässig und widerlich erscheinen muss.

Von den Bewohnern der besuchten Häuser wurden wir meist neugierig und verwundert gemustert Angesichts des Notizbuches, in welches wir das Erfahrene sorgfältig vermerkten, konnte bei den Eigenthümern selbst den Gedanken an einen Widerstand nicht aufkommen, da sie uns für amtliche Organe der Stadt hielten, die ihnen wegen der unreinen Aborte oder noch immer fehlenden Haussiele leicht Verlegenheiten bereiten könnten.

In einigen Häusern drohte uns auch einige Gefahr, wie bei Schlächtern, Wurstfabricanten u. a. Am Thor wurde uns der Weg von grimmigen Hunden verlegt, während dem der Handwerker hinten in der Werkstätte hastig aufräumte, und dann

Digitized by Google

freundlich hervortretend uns ersuchte, doch nur nachzusehen, wie sauber und ordentlich es in seiner Werkstätte sei.

Von der beträchtlichen Zahl der notirten und besichtigten Häuser konnte ich zum Zweck meiner Forschungen nur relativ wenige verwerthen, bloss etwa sechsthalb Hundert. Die übrigen mussten bei den Vergleichungen unberücksichtigt bleiben, weil sie seit 1863, also während der Beobachtungsperiode, umgebaut, oder doch wesentlich verändert worden waren. Demnach habe ich in den folgenden Zusammenstellungen bloss diejenigen Häuser berücksichtigt, welchen keine seit 1863 vorgenommene radicalere Veränderung anzusehen war und wo eine solche auch nicht in Erfahrung gebracht wurde.

Dies vorausgeschickt, könnte nun an die Darlegung der durch diese Vergleiche erreichbaren Ergebnisse geschritten werden; vorher wünschte ich aber, die Würdigung und Schätzung des Resultates betreffend, noch einige Bemerkungen einzufügen.

Es wäre gefehlt, von diesen Untersuchungen und Vergleichungen das Ergebniss zu erwarten, dass alle reinen Häuser gesund, alle unreinen hingegen auch ungesund waren. Es ist nämlich evident, und geht eben aus meinen diesbezüglichen früheren Untersuchungen mit Bestimmtheit hervor, dass es nicht vom Einfluss eines einzigen Umstandes, sondern von mehrerlei Einflüssen abhängt, ob ein Haus immun oder verseucht ist. So war zu sehen, dass nicht nur der Schmutz im Boden auf die Epidemien eines Hausvolkes Einfluss hat, sondern auch die Qualität des Wassers. Ebenso kann man sich von vornherein vorstellen, dass ausser der äusserlichen Reinheit oder Verunreinigung auch manches Andere, z. B. der Zustand des Bodens und Wassers, zum Verhalten des Hauses Epidemien gegenüber beiträgt, in Folge dessen der Fall leicht eintreffen kann, dass z. B. auch ein dem Anschein nach reines Haus für verseucht gefunden wird und vice versa. Demnach lässt sich eine ganz genaue Uebereinstimmung im Verhalten, welches Häuser von verschiedener Reinlichkeit den Epidemien gegenüber aufweisen, schon a priori nicht erwarten, und das um so weniger, weil auch die Klassificirung der Häuser in reine und schmutzige, wie auch in von Epidemien stark,

Digitized by Google

wenig, oder gar nicht heimgesuchte nicht genau durchgeführt werden konnte. Es ist nämlich denkbar, dass ich manche Häuser für rein notirt habe, obschon sie vielleicht mehrere sehr unreine Wohnungen und Seuchenherde enthielten; dann habe ich Häuser mit nur einem Typhus- oder Choleratodten für immune angenommen, während zwei Todesfälle schon als »verseucht« galten.

Ein fernerer Umstand, der wesentlich dazu beiträgt, dass die Ergebnisse der Vergleichungen nur verschwommen hervortreten, ist darin gelegen, dass viele der untersuchten Häuser hinsichtlich der Reinlichkeit von 1863 bis 1878/79 denn doch eine wesentliche Veränderung erfahren haben. Frägt man aber, in welcher Richtung die meisten Veränderungen vorgekommen sein mögen, so ist es klar, dass der Umschwung an den schmutzigen Häusern am grössten sein konnte, da die Sanitätsverwaltung das Bestreben hat, gerade diese einzustellen und zu reinigen; insbesondere, wenn ein Haus verseucht und zudem auch unrein war, ging das Bestreben der Behörde während der ganzen Zeit dahin, ein solches Haus reiner zu gestalten. Durch die Sanitätsbehörde wurden daher während jener 18 Jahre zahlreiche verseuchte und unreine Häuser gereinigt, und wir fanden nun bei der Besichtigung diese zu den verseuchten gezählten Häuser für rein. Um die seuchenfreien Häuser hat sich die Behörde naturgemäss viel weniger gekümmert, sie hat dieselben mehr sich selbst überlassen. Aus all dem geht klar hervor, dass die ganze von Seite der Sanitätsbehörde im Interesse der Reinlichkeit und öffentlichen Gesundheit in dieser Richtung entfaltete Thätigkeit dahin führen musste, dass der Unterschied zwischen den Reinlichkeitsverhältnissen der seuchenfreien und verseuchten Häusern allmählich verschwanden und dadurch das Ergebnis unserer Vergleichungen ein verschwommenes wurde.

Demnach lässt sich ein auffallender und vollkommener Unterschied hinsichtlich des Reinheitszustandes in verseuchten und seuchenfreien Häusern kaum erwarten, und wenn trotzdem zwischen reinen und schmutzigen Häusern bezüglich der Epidemien ein Unterschied sich ergibt, so lässt sich füglich behaupten, dass jener Unterschied ohne die erwähnten nivellirenden Einflüsse eigentlich noch viel bedeutender hätte sein müssen. Hieraus

Digitized by Google

folgt, dass auch auf in der angegebenen Richtung hervortretende geringere Unterschiede grosses Gewicht gelegt werden kann, um so mehr, als — was ich besonders betonen möchte — jenes Ergebnis nicht aus der Vergleichung von einigen wenigen Daten gewonnen wurde, sondern aus der Vergleichung von mehreren Hundert einzeln untersuchter Häuser hervorging.

Dies vorausgeschickt, will ich nun im Folgenden den Einfluss untersuchen, welchen die verschiedenen Wohnungsverhältnisse auf die Verbreitung von Cholera und Typhus in Budapest geübt haben, wobei ich bemerke, dass ich zuerst die Wohnungsverhältnisse vom allgemeinen hygienischen Gesichtspunkt betrachte und erst dann an die Würdigung der Verunreinigung der Wohnungen gehe.

II. Die Bauart der Wohnhäuser im allgemeinen und die Seuchendisposition.

Die von mir untersuchten Wohnhäuser waren verschieden gebaut. Zum Theil waren es gut, trocken gebaute, stockhohe, unterkellerte, hoch über dem Strassen- und Bodenniveau gelegene Häuser; der andere Theil bestand aus ebenerdigen Häusern, welche bald hoch gebaut und unterkellert, bald niedrig, auf dem Boden aufliegend und mit keinem Keller versehen waren; endlich enthielten sehr viele der Häuser bewohnte Kellerzimmer, andere hingegen nicht.

Von dieser Verschiedenheit der Bauart ist offenbar der Feuchtigkeitsgrad des Gebäudes, dessen Isolirtheit vom Boden und der Grundluft, und dadurch dessen Gesundheit abhängig; darum erschien es mir lohnend den Vergleich anzustellen, ob denn auch die Bauart einen Einfluss auf die Seuchendisposition geübt hat?

Diese Vergleichung lieferte mir folgendes nur in den Hauptzügen geschilderte Ergebnis:

Die stockhohen unterkellerten Häuser waren die gesündesten. Es waren nämlich von den stockhohen Häusern 46 % gesund und seuchenfrei, von den ebenerdigen Häusern hingegen bloss 30 %.

Auf die stockhohen folgen in gesundheitlicher Beziehung die Hochparterre-Häuser, während die niedrigen ebenerdigen Häuser

Digitized by Google

noch ungesunder sind. Es waren nämlich von den hochgebauten Parterrehäusern 34 % seuchenfrei, von den niedrig gebauten hingegen bloss 26 %.

Einen auffallenden Einfluss auf die Verbreitung der Seuchen übten die Kellerwohnungen. Von den Häusern, in welchen wir bewohnte Kellerzimmer fanden, waren bloss 28 % gesunde, dagegen 72 % Seuchenhäuser, während von den Häusern ohne Kellerwohnung ca. 41 % gesund und 59 % von Seuchen heimgesucht waren. Ich will noch erwähnen, dass von diesen Kellerwohnungen in den gesunden Häusern durchschnittlich ein grösserer Theil (31 %) höher über das Bodenniveau sich erhob, als in den ungesunden Häusern (26,5 %).

Noch deutlicher sprechen folgende Zahlen: es entfielen auf je 10000 Einwohner[1]) Todesfälle an Cholera resp. Typhus:

	Cholera	Typhus
1. in stockhohen Häusern ohne Kellerwohnungen . . .	139	163
2. » » » mit » . . .	223	203
3. » ebenerdigen unterkellerten Häusern ohne Kellerwohnungen	327	232
4. » ebenerdigen Häusern mit Kellerwohnungen	441	331
5. » » nicht unterkellerten Häusern	432	337[2])

Diese Zahlen sprechen sehr lehrreich für die hygienische Bedeutung der Wohnungsverhältnisse. Es trat nämlich die Cholera viermal, der Typhus doppelt so häufig in unmittelbar auf dem Erdboden aufliegenden ebenerdigen Häusern, als in den unterkellerten und mit Stockwerken versehenen, mithin trockneren

1) Dieser Berechnung wurden die Daten der Volkszählung vom Jahre 1870 zu Grunde gelegt. Da die zum Vergleich herangezogenen Häuser seit dem Jahre 1863 bauliche Veränderungen kaum erlitten haben, lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit behaupten, dass auch die Einwohnerzahl während der von 1863 bis 1877 sich erstreckenden Periode annähernd der im Jahre 1870 ausgewiesenen entsprach.

2) Die entsprechenden Grundzahlen sind:

	Einwohner	Cholera	Typhus
1.	12 863	179	210
2.	4 172	93	85
3.	5 071	166	118
4.	12 600	556	418
5.	5 969	258	201

Digitized by Google

und den Bodeneinflüssen mehr entzogenen Häusern auf. Ferner waren die unterkellerten Häuser gesünder als die mit Kellern nicht versehenen. Endlich war zu sehen, in welchem bedeutenden Maasse die Gesundheit der Häuser durch bewohnte Keller herabgesetzt wird.

III. Einfluss der überfüllten Wohnungen auf die Seuchendisposition.

In einem älteren Werke hat Kőrösi den Einfluss der überfüllten Wohnungen auf die darin vorkommenden Krankheiten für Budapest untersucht. Aus der Anzahl der in den Jahren 1872—1875 Verstorbenen berechnete er die auf überfüllte und nicht überfüllte Wohnungen entfallende Quote und untersuchte dann, welchen Antheil die infectiösen und die übrigen Krankheiten an der Sterblichkeit nehmen. Das Ergebnis war[1]), dass von je 10000 Todesfällen durch Infectionskrankheiten verursacht wurden:

in Wohnungen	mit	2	Einwohnern	pro	Zimmer	1,165
»	»	»	5	»	»	»	1,715
»	»	»	10	»	»	»	1,869

Durch die eigenen Untersuchungen suchte ich zu eruiren, wie gross die Sterblichkeit, namentlich die Seuchendisposition bei einer Bevölkerung von gleicher Zahl, aber verschiedener Wohnungsdichtigkeit ist.

Zu diesem Zwecke habe ich mit der freundlichen Genehmigung des Directors des hauptstädtischen statistischen Bureaus, Herrn Kőrösi, die Einwohnerzahlen, sowie die Zahl der Wohnpiecen für jedes Haus auf dem linken Donauufer extrahirt und hieraus die Wohnungsdichtigkeit berechnet. Letztere wurde mit der Sterblichkeit im Zeitraum 1863—1877 (15 Jahre) verglichen. Damit aber die Verlässlichkeit der Daten nicht durch die mit 1869 eingetretene erhöhte Bauthätigkeit beeinträchtigt werde, habe ich alle seit diesem Jahre neu aufgebauten Häuser übergangen.

Die Häuser wurden in vier Gruppen eingetheilt, je nachdem auf das Wohnzimmer weniger als 1, dann 1—2, 2—4 und mehr wie 4 Einwohner entfielen. Das Ergebniss zeigt folgende Tabelle:

1) Budapest halandósága 1874 és 1875-ben, p. 102. Budapest 1877.

Digitized by Google

Pro 10000 Einwohner Todesfälle an:	Einwohner pro Wohnzimmer[1]			
	<1	1—2	2—4	4<
Cholera	61	131	219	327
Typhus	116	161	203	304
Darmkatarrh	43	78	104	158
Pocken	53	95	188	270
Masern	16	32	57	84
Scharlach	44	68	79	66
Croup u. Diphtherie . .	70	109	130	101
Pneumonie	35	53	75	92

Diese Zahlenreihen sind äusserst lehrreich; in den überfüllten Wohnungen war der Typhus beinahe dreimal, die Cholera mehr wie fünfmal so häufig als in den nicht überfüllten. Dabei ist die Regelmässigkeit, ja Gleichmässigkeit bemerkenswerth, mit welcher die Seuchendisposition der Bewohnungsziffer entsprechend zunimmt.

Ebenso lehrreich ist die Thatsache, dass auch andere Infectionskrankheiten, namentlich Pocken, in überfüllten Wohnungen häufiger sich ereignen.

Croup und Diphterie, sowie auch das Scharlachfieber weisen in den überfülltesten Wohnungen ein etwas geringeres Vorherrschen als in den minder überfüllten auf. Diese Erscheinung dürfte wohl zufällig sein. Oder sollte die Kinderschaar in den überfüllten Wohnungen thatsächlich diesen Krankheiten weniger unterworfen sein, als die Kinder der weniger gedrängt wohnenden Bevölkerung? Obschon ich letzteres für unwahrscheinlich halte, meine ich doch mit den mir zu Gebote stehenden Daten in der Frage keine bestimmte Entscheidung treffen zu können.

IV. Einfluss der Unreinlichkeit der Wohnhäuser auf die Epidemien.

Es ist eine alte Erfahrung, dass gewisse seuchenartige Krankheiten, darunter insbesondere Cholera und Typhus, mit Vorliebe

1) Die absoluten Zahlen sind: in Wohnzimmern mit weniger als einer Person pro Zimmer wohnten: 17 700; mit 1—2 Personen: 67 300, mit 2—4 Personen: 63 300, mit über 4 Personen: 7 150.

Digitized by Google

in den allerschmutzigsten Stadttheilen und Strassen sich entwickeln. Desgleichen wurde von medicinischen Autoren äusserst häufig hervorgehoben, dass die Cholera- und Typhusherde zumeist schmutzige Häuser gewesen sind, wo in den Höfen Kehricht und Dünger angehäuft, wo die Aborte und die Siele überfüllt und übelriechend waren[1]). Diese Angaben weisen unverkennbar darauf hin, dass der in den Wohnungen und deren Umgebung angehäufte Schmutz bei der Verbreitung von Cholera und Typhus als wesentlicher Factor mitspielt. Dabei leiden aber diese Angaben an dem Fehler des Allgemeinen, des Inexacten. Es ist in denselben nicht genau erwiesen, wie die Seuchen in den reinen Häusern und wie in den unreinen sich verhalten haben; es ist nicht festgestellt, ob die schmutzigen Häuser überall auf dem ganzen Stadtgebiete gleich ungesund waren, oder ob das nur in gewissen Stadttheilen, z. B. denjenigen der Fall gewesen, welche auch im Uebrigen überhaupt sehr ungesund sind, eine tiefe Lage und stark verunreinigten Boden, hohen Grundwasserstand u. a. m. haben.

Ich war bestrebt, für meine Vergleichungen genaue Angaben mir zu beschaffen; ich untersuchte sowohl die gesunden als die verseuchten Häuser auf dem ganzen Stadtgebiet auf ihre Reinheit, hauptsächlich aber war ich bestrebt dicht nebeneinander, in denselben Strassen gelegene gesunde und ungesunde Häuser untereinander zu vergleichen, um so den zwischen reinen und unreinen Häusern etwa zum Vorschein tretenden Gesundheitsunterschied wahrnehmen, genau feststellen und in der That auf den Reinheitszustand, und nicht etwa auf andere Nebenumstände (Lage, Grundwasser u. a.) zurückführen zu können.

Meine diesbezüglichen Ergebnisse sind nun die folgenden:

---

1) Vgl. die Berichte von Chadwick und Greenhow über Schmutz und Epidemien in englischen Städten (cit. in Sander's Handb. d. öff. Gesundheispfl. S. 50 ff.); ferner die Zusammenstellung von J. Simon (II. Report of the med. off. of the Privy Council and Local Gov. Board. New Series II London 1874 p. 1—41). Desgleichen s. den Bericht von Skrzeczka in der Vierteljahrsschr. f. ger. Med. 1879, Januarheft.

Digitized by Google

a) Einfluss der schmutzigen Höfe auf Cholera und Typhus.

Die Verunreinigung der Luft in den Wohnungen ist wesentlich von der Unreinlichheit der Höfe abhängig; wie die Luft im Hof beschaffen ist, so ist sie es auch in den meisten Wohnzimmern. Wo in den Höfen Kehricht umherliegt, wo Dünger fault, menschliche und thierische Excremente und Abfallstoffe zerstäuben: dort werden offenbar die aus diesem Schmutz aufsteigenden Dämpfe, Gase und Staubpartikeln, Fäulniss- und andere Organismen die Wohnungen und die Athemluft erfüllen, sowie auch die Nahrungsmittel überziehen.

Für die Beantwortung der Frage, ob ein Hof schmutzig, reinlicher oder ganz rein ist, kann ein exacter Maassstab nicht gestellt werden. Bei der Untersuchung und Vergleichung der Höfe auf ihre Reinlichkeit konnte daher auch ich keines absolut gültigen Maassstabes mich bedienen. Es musste in subjectiver Weise festgestellt werden, ob der Hof rein oder schmutzig zu nennen ist.

Bei dieser Klassification der Höfe haben wir vier Abstufungen angenommen. Als »ganz rein« wurden die gepflasterten oder asphaltirten, rein gefegten und geruchlosen, zu Gärten umgestalteten oder mit gut gepflegtem Rasen bedeckten Höfe bezeichnet. War der Hof wohl rein, aber nicht sorgfältig gepflegt, wie die vorigen, so hiess er einfach »rein«. Die Bezeichnung »unrein« gebrauchten wir, wo ringsum im Hofe Kehricht zu sehen war, wo in den Oeffnungen der Ausgüsse und Siele Abfälle, in den Winkeln Grünzeug und Küchenabfälle umherlagen und auch Gestank beobachtet wurde. Endlich mussten Höfe »sehr schmutzig« genannt werden, welche mit dem Besen sichtlich nie bekannt geworden, wo menschliche und thierische Excremente umherlagen und den ärgsten Gestank verbreiteten.

Insgesammt wurden 544 Häuser zur Vergleichung herangezogen und ergab sich hinsichtlich des Reinheitszustandes der Höfe sowie des Vorherrschens von Epidemien folgendes:

a) Die Cholera betreffend, war der Hof

Digitized by Google

	ganz rein	rein	unrein	sehr schmutzig
von cholerafreien Häusern in	37,1 %	35,3 %	20,9 %	7,2 %
von Cholerahäusern in	19,3 »	31,3 »	33,2 »	16,2 »

oder: unter den cholerafreien Häusern befanden sich relativ zweimal so viel mit ganz reinen Höfen, wie unter den Cholerahäusern, und umgekehrt hatten von den letzteren mehr wie doppelt so viel sehr schmutzige Höfe.

b) Den Typhus betreffend war der Hof

	ganz rein	rein	unrein	sehr schmutzig
von typhusfreien Häusern in	34,8 %	30,4 %	25,2 %	9,2 %
» Typhushäusern in	21,3 »	36,6 »	28,5 «	13,6 »

Somit waren auch in typhusfreien Häusern die Höfe viel häufiger ganz rein, resp. um vieles seltener unrein als in Typhushäusern.

Stellt man nun die sowohl von der Cholera als vom Typhus verschonten, also ganz seuchenfreien Häusern den verseuchten gegenüber, so erhält man das folgende Ergebnis:

c) Beide Epidemien betreffend waren die Höfe

	ganz rein	rein	unrein	sehr schmutzig
von seuchenfreien Häusern in	41,5 %	33,2 %	18,6 %	6,7 %
» verseuchten » »	21,5 »	33,6 »	31,2 »	13,7 »

Mithin waren die Höfe der verseuchten Häuser entschieden um vieles häufiger schmutzig, als die Höfe der seuchenfreien Häuser.

Sehr lehrreich ist das Resultat, wenn man untersucht, wie viel Todesfälle an Typhus und Cholera in den Häusern mit reinen und unreinen Höfen vorgekommen sind. Es ist auf der folgenden Tabelle ersichtlich[1]):

	wenn der Hof			
	ganz rein	rein	unrein	sehr schmutzig
Cholerafälle pro Hundert Häuser	188	214	263	389
Typhusfälle » » »	159	186	208	282

1) Die absoluten Zahlen waren folgende:

	Höfe der Häuser			
	ganz rein	rein	unrein	sehr schmutzig
Zahl der Häuser	156	182	146	60
» » Cholerafälle . . .	294	390	385	233
» » Typhusfälle . . .	248	338	304	169

Digitized by Google

oder: die Häuser mit unreinen Höfen zählten zwei und mehrmal so viel Todesfälle an Cholera und Typhus, wie die Häuser mit reinen Höfen.

Nun könnte aber diesen Angaben immer noch entgegen gehalten werden, dass die unreinen Häuser vielleicht gross und überfüllt, die reinen hingegen kleiner und minder bewohnt waren, und dass aus diesem Grund Epidemien und Todesfälle dort häufiger sich erreigneten wie hier. Diesem Einwand wird durch die folgende Zusammenstellung vollständig vorgebeugt.

Auf je 10000 Bewohner[1]) entfielen Todesfälle in Häusern, deren Höfe:

	rein	unrein
an Cholera	227	697
» Typhus	192	506

mit anderen Worten: in den Häusern mit schmutzigen Höfen haben Cholera und Typhus eine etwa dreimal so grosse Sterblichkeit der Einwohner verursacht, wie in den nebenan gelegenen, mit rein gehaltenen Höfen.

b) Einfluss der unreinen Wohnungen auf Typhus und Cholera.

Neben dem Reinheitszustand der Höfe wollte ich auch die Wohnungen in Betracht ziehen, da es feststeht, dass in vielen Fällen der Hof nicht die einzige Quelle für den Schmutz in der Wohnung und deren Umgebung abgibt. Häufig genug werden die Höfe durch strenge Hausbesitzer oder reinlichkeitliebende Hausbesorger in Ordnung gehalten; die Wohnungen aber sind schmutzig.

Grosse Schwierigkeiten verursachte mir aber die Art und Weise, wie ich den Reinheitszustand der Wohnungen in verseuchten und gesunden Häusern beobachten sollte. In die Wohnungen einfach eintreten und das Maass der Reinheit oder des Schmutzes direct untersuchen konnte ich nicht, weil mir hierzu die Befugniss

1) Bezüglich der Berechnung dieser Daten vergleiche die Anmerkung 1 auf S. 264.

Digitized by Google

fehlte. Ich griff daher zur indirecten Beobachtung, und sah mir die Bevölkerung an, welche in den Häusern sich aufhielt, die äussere Erscheinung der zum Vorschein gekommenen Personen, Kinder, Dienstleute u. a. Ich habe wohl kaum einen grossen Irrthum zu befürchten, wenn ich annehme, dass Häuser und Wohnungen, in welchen schmutzige, zerlumpte Kinder umherlaufen und Leute mit vernachlässigtem Aeusseren wohnen, auch im Innern nicht rein, sondern ebenso schmutzig und verwahrlost sind wie ihre Bewohner.

Ich will übrigens gleich bemerken, dass ich dieses Urtheil über die Reinlichkeit der Wohnungen auch durch andere Beobachtungen zu stützen trachtete; so weit es anging richteten wir nämlich auch auf die Wohntheile, z. B. auf Treppenhäuser, Corridore unser Augenmerk, und konnten häufig auch in Küchen und sogar Wohnungen einen Blick werfen.

Nach all dem hege ich keinen Zweifel darüber, dass meine Angaben über den Reinheitszustand der Wohnungen der Wirklichkeit sehr nahe stehen, und diese Verlässlichkeit der Daten ist um so grösser, als ja nicht von der Vergleichung einiger weniger Wohnungen die Rede ist, auch davon nicht, ob eine Wohnung um ein geringes mehr Schmutz enthält als die andere. Es stehen vielmehr einige Hundert Häuser in Frage, wobei die in einzelnen Fällen möglichen Irrthümer ausgeglichen werden, und die Frage stellt sich so: ob man es mit einer herrschaftlichen, rein gepflegten prächtigen Wohnung oder, stufenweise sich verschlechternd, mit dem schmutzigen Heim des Proletariers zu thun hatte.

Grösser war für unsere Vergleichungen die Schwierigkeit, dass wir kaum in einem Hause alle Wohnungen gleich rein oder schmutzig fanden; die prächtigsten Paläste beherbergten genug oft neben dem Aristokraten auch die schmutzigsten, mit Taglöhnern, vacirendem Volk und Kindern vollgepfropften Kellerwohnungen. In solchen Fällen wurden die Wohnungen nach dem Aussehen der Mehrheit charakterisirt.

Aus dieser Beobachtungsart folgt aber naturgemäss, dass den auf diesem Wege erzielten Resultaten kein absoluter Charakter beigemessen werden kann; so steht es z. B. nicht zu erwarten,

Digitized by Google

dass alle reinen Wohnungen auch seuchenfrei seien und umgekehrt.

Trotzdem war der Unterschied hinsichtlich des Gesundheitszustandes, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht, äusserst gross. Die Wohnungen waren

	ganz rein	rein	unrein	sehr schmutzig
von cholerafreien Häusern in	18,9 %	32,8 %	42,3 %	6,0 %
» Cholerahäusern in	3,4 »	22,0 »	61,4 »	13,0 »
» typhusfreien Häusern in	13,6 »	30,0 »	50,6 »	5,7 »
» Typhushäusern in	9,0 »	25,1 »	51,9 »	14,0 »
» ganz seuchenfreien Häusern in	19,2 »	33,7 »	43,5 »	3,6 »
» verseuchten Häusern in	7,3 »	24,5 »	55,6 »	12,6 »

Aus diesen Angaben kann deutlich ersehen werden, dass unter den von Cholera und Typhus verschont gebliebenen Häusern zwei- und mehrmal so viel reine Wohnungen hatten als die verseuchten Häuser; andererseits wurden unter den Cholera- und Typhushäusern mehr mit schmutzigen Wohnungen angetroffen.

Berechnet man nun, wie viel Todesfälle an Cholera und Typhus in je 100 reinen und schmutzigen Häusern vorgekommen sind, so ergibt sich folgendes:

	in Häusern, deren Wohnungen			
	ganz rein	rein	unrein	sehr schmutzig
Todesfälle an Cholera pro 100 Häuser[1])	92	199	268	402
» » Typhus » 100 »	165	177	182	356

In dem Maasse als die Reinlichkeit der Wohnungen tiefer herabsinkt steigt die Mortalität an Cholera und Typhus stufenweise und beträchtlich an.

Wir wollen noch untersuchen, wie die Mortalität in reinen und schmutzigen Häusern zur Bewohnungsziffer sich stellt; das Ergebnis ist in Kürze folgendes:

---

1) Die absoluten Zahlen waren die folgenden:

	in Häusern, deren Wohnungen			
	ganz rein	rein	unrein	sehr schmutzig
Zahl der Häuser	64	152	278	50
» » Cholerafälle	58	301	772	201
» » Typhusfälle	104	270	507	178

Digitized by Google

Todesfälle pro 10000 Bewohner

	in Häusern, deren Wohnungen	
	ganz rein	sehr schmutzig
an Cholera	90	430
» Typhus	162	515

mit andern Worten: in den schmutzigen Wohnungen hat die Cholera nahezu die fünffache, der Typhus mehr als die dreifache Sterblichkeit verursacht, wie in Häusern mit reinen Wohnungen.

Hiermit habe ich in Kürze die wichtigsten Ergebnisse meiner Untersuchungen über den Einfluss der Wohnungsverhältnisse mitgetheilt. Auf nebensächliche und minderbedeutsame Beobachtungen will ich hier gar nicht reflectiren.

Auf Grund dieser Untersuchungen meine ich mit Recht behaupten zu dürfen, dass der Schmutz in den Wohnhäusern, Höfen und Wohnungen auf die Verbreitungsart der Cholera und des Typhus in Budapest von wesentlichem Einfluss ist, ferner dass das Vorherrschen von Infectionskrankheiten durch ungesunde Bauart und Ueberfüllung der Wohnungen bedeutend gefördert wird.

V. Epidemiologische Schlüsse.

Die Bedeutung, welche den im obigen dargelegten Forschungsergebnissen innewohnt, ist keine geringe und nicht minder bedeutsam sind die daraus zu ziehenden Folgerungen für die Epidemiologie. Durch diese neuen Untersuchungen hat die ätiologische Bedeutung, welche ich in meiner früheren Arbeit dem Schmutz zugeschrieben habe[1]), nur noch gewonnen, und meine damaligen Folgerungen sind noch bestimmter und beweisbarer geworden.

Ich behauptete, dass der klar nachgewiesene Einfluss des Bodens und Wassers auf Cholera und Typhus in Budapest mit der Verunreinigung jener Medien im engsten Zusammenhang

1) Vgl. Hygienische Untersuchungen II. Thl., S. 240, 340.

Digitized by Google

steht; ich hatte den Schmutz als jene Naturkraft nachgewiesen, welcher bei der Verbreitung von Cholera und Typhus die wesentlichste Rolle zufällt. Zur selben Folgerung führen uns auch die auf die Wohnungen bezüglichen, oben mitgetheilten Beobachtungen, welche das nämliche Resultat ergaben, dass nämlich Cholera und Typhus mit dem Schmutz in den Wohnungen parallel sich entwickelten, dass also auch dieser in den Wohnungen angehäufte Schmutz seinen Theil zur epidemischen Verbreitung jener Krankheiten beiträgt.

Dieser Behauptung könnte dann entgegengehalten werden, dass die gesunden Häuser nicht infolge der Reinlichkeit immun geblieben, und dass die verseuchten nicht durch den Schmutz zu Seuchenherden geworden sind, sondern durch gewisse Bodenverhältnisse, insbesondere durch den Stand und die Schwankungen des Grundwassers u. s. w.

In der That können viele auf die Verbreitung von Cholera und Typhus Bezug habende Mittheilungen und Beobachtungen in diesem Sinne bemängelt werden. So wird z. B. von unseren Epidemiologen häufig genug geschrieben, dass in der Gemeinde x oder y die schmutzigen Stadttheile, Strassen und Häuser die Herde der Epidemien waren, worauf mit vollem Recht gesagt werden könnte, ob denn in jenen Stadttheilen der Untergrund und das Grundwasser untersucht worden sind, ob denn ausgeschlossen ist, dass jene schmutzigen Stadttheile, Strassen und Häuser auf einem Boden liegen, welcher — im Sinne der Bodentheorie — Epidemien zu Stande zu bringen vermochte? Waren nicht vielleicht eben unter jenen das Grundwasser und seine Wogungen von den unter den übrigen Theilen, Strassen und Häusern der Stadt diesbezüglich bestehenden Verhältnissen verschieden?

Solche Einwände können aber gegen meine Daten kaum gemacht werden. Ich habe oben hervorgehoben, dass die Häuser, welche gegen den Typhus 15 Jahre lang, gegen die Cholera aber während dreier Epidemien für immun sich erwiesen, neben und vermengt mit den anderen Häusern, in denselben Stadttheilen und Strassen, unter identischen Bodenverhältnissen und Grundwasserschwankungen gelegen waren; trotzdem hatten die letzteren

Digitized by Google

Häuser während der nämlichen Zeit von Epidemien wiederholt gelitten. Wie soll man sich da noch die Vorstellung machen, dass diese ungleiche Vertheilung von Cholera und Typhus auf unreine und reine Häuser von der geologischen Beschaffenheit, vom Grundwasser und dessen Schwankungen und nicht vielmehr von der nachgewiesenen Verunreinigung oder Reinheit der Häuser entscheidend beeinflusst würde?

Meines Dafürhaltens ist es klar, dass sowie bei Häusern mit unreinem oder reinem Boden gerade der Schmutz im Boden darüber entschied, ob ein Haus von der Seuche häufiger ergriffen wurde oder immun blieb; sowie wir auch beim Wasser gesehen haben, dass an den Schmutz ein entschiedener Einfluss hinsichtlich der Seuchenverbreitung gebunden ist: ebenso sehen wir nun auch in dem Schmutz der Wohnungen eine Naturkraft, welche auf die Entwickelung von Cholera und Typhus entscheidend einwirkt, die Verbreitung der Seuche auch an Orten mit übereinstimmenden Boden- und Grundwasserverhältnissen zu modificiren vermag, und die Bevölkerung des einen Hauses immun zu belassen, die des anderen aber der Seuche zum Opfer zu bringen im Stande ist.

Demnach bildet der in den Wohnungen und deren Umgebung angehäufte Schmutz einen ebenso wichtigen Factor in der Aetiologie der Cholera und des Typhus, als der Schmutz im Boden und im Grundwasser. Der im Boden, in der Luft, im Wasser und in den Wohnungen befindliche Schmutz vermag die Entstehung und Verbreitung von Epidemien zu reguliren und zwar entweder in Gemeinschaft mit gewissen Verhältnissen des Bodens und Grundwassers und von diesen unterstützt, oder auch ohne, ja gegen diese.

Es taucht nun die Frage auf, wie denn der Schmutz, namentlich der in und um die Wohnungen angehäufte, Epidemien erzeugt und deren grössere Verbreitung hervorruft?

Ich kann mich kurz fassen und hinsichtlich dieser Frage auf das in einem früheren Werke von mir über die disponirende

Digitized by Google

Rolle des Schmutzes Gesagte verweisen [1]). Ich habe dort ausgeführt, dass mir die Ansicht unannehmbar scheint, wonach der Infectionsstoff des Typhus, oder gar jener der Cholera, oder überhaupt welch immer aus einem verseuchten Ort eingeschleppter specifischer Stoff vorerst im Boden oder im Wasser, in dem hier enthaltenen Schmutz sich entwickeln, zur Reife gelangen und reproducirt, und erst dann Infectionen verursachen und auf diese Weise Krankheiten verbreiten würde. Auf derselben Grundlage scheint mir unannehmbar, dass der specifische Stoff in dem Schmutz der Wohnungen wachsen, reifen, sich vermehren und auf diese Weise in den Körper der Bewohner gelangt, Seuchen verbreiten würde.

Ich meine vielmehr, dass die Verbreitung von Cholera und Typhus durch den Wohnungsschmutz in derselben Weise gefördert wird, wie durch den in Boden und Wasser angehäuften Schmutz; der in Schmutz lebende Mensch wird für jene Krankheiten disponirt.

Diese erhöhte Disposition für Cholera und Typhus (und auch für andere Infectionskrankheiten) aller auf einem verunreinigten Boden wohnenden, verunreinigtes Wasser geniessenden und in schmutzigen Wohnungen lebenden Menschen denjenigen gegenüber, in deren Umgebung Luft, Boden und Wasser und Wohnungen rein sind: dürfte nach den in Budapest ausgeführten Untersuchungen — ganz abgesehen von den einschlägigen Literaturbeweisen — als unverkennbare und unzweifelhafte Thatsache gelten.

Frägt man aber, in welcher Weise der Schmutz für Cholera oder Typhus disponirt, so ist diese Frage sehr schwer zu beantworten. Das disponirende Agens ist uns ebenso wenig bekannt als der specifische Erreger der Krankheit; auch das wissen wir nicht, ob der menschliche Organismus durch die Disposition überhaupt und welche Veränderungen erleidet. Wenn ich daher diesbezüglich eine Meinung äussere, so möchte ich diese nicht als Ergebnis einer directen experimentellen Forschung,

1) Hygienische Untersuchungen etc., III. Thl., S. 354 ff., ferner S. 345 ff.

Digitized by Google

sondern vielmehr als eine Folgerung aus physikalischen Thatsachen und Analogien aufgenommen sehen. Von diesem bescheidenen Standpunkte meine ich — wie ich das in meiner mehrfach citirten Arbeit hinsichtlich des im Boden und Wasser vorhandenen Schmutzes ausgeführt habe —, dass aus der verunreinigten Umgebung in den Wohnungen in Zersetzung begriffene Stoffe, deren Producte und Organismen, in den Körper des dort lebenden Menschen gelangen und dessen Gewebselemente durchdringen. Ein in dieser Weise angegriffener Organismus vermag dann den specifischen Infectionsstoffen von Cholera oder Typhus weniger zu widerstehen, er wird schneller und leichter, also auch häufiger erkranken, als ein jenen schädlichen Einflüssen nicht ausgesetzt gewesener Organismus.

Die Wirkungsart der disponirenden Substanz kann, insbesondere bei der Cholera, auch so erklärt werden, dass durch die Schmutzproducte im menschlichen Körper fortwährend eine mässige Magen- und Darmreizung, eine gewisse niedrige, chronische Form der putriden Infection unterhalten wird; ein solcher leidender Organismus wird dann — wie das hinsichtlich an Diarrhoë Leidenden zu Cholerazeiten thatsächlich beobachtet werden kann — leichter erkranken, als ein in der angegebenen Weise nicht geschwächter, nicht vorbereiteter Organismus.

Im obigen wurde ausgeführt, dass der Schmutz in den Wohnungen für Cholera und Typhus disponirt. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass die Verbreitung jener Krankheiten durch unreine Wohnungen auch auf einem anderen, directen Wege unterstützt werden kann. Dass in unreinen Wohnungen auch die von Cholera- und Typhuskranken herrührenden specifischen Infectionsstoffe mehr sich ansammeln können, als in rein gehaltenen Häusern und Wohnungen, ist klar. Während man sich hier der Ausscheidungen und Entleerungen der Kranken und mit diesen wahrscheinlich auch der specifischen Stoffe rasch entledigt: kann es in verunreinigten Häusern und Wohnungen eher vorkommen, dass Typhusentleerungen am Hofe verfaulen

Digitized by Google

und zerstäubt werden und dass in den Wohnungen verunreinigtes Bettzeug von Cholerakranken umherliegt. Wo aber die Bevölkerung aus anderen Gründen für Cholera und Typhus disponirt ist, kann unzweifelhaft auch durch dieses Umherliegen der Entleerungen solcher Kranker die Möglichkeit und Häufigkeit einer Infection wesentlich erhöht werden, vorausgesetzt — was ich übrigens für mehr als wahrscheinlich halte — dass der specifische Infectionsstoff in den Entleerungen und Ausscheidungen thatsächlich enthalten ist.

VI. Folgerungen für die öffentliche Gesundheitspflege.

Nachdem ich die hygienische Bedeutung der Wohnungen im Obigen beleuchtet habe, kann ich nun auf die aus den hier gewonnenen Erfahrungen für die öffentliche Gesundheitspflege sich ergebenden Folgerungen übergehen.

Aus diesen Erfahrungen ergibt sich, dass unsere Bauart und unsere Wohnungsverhältnisse von Seiten der Sanitätsverwaltung die regste Fürsorge erheischen. Die vorgewiesenen Angaben lehrten uns aufs neue, wie gross die in den Kellerwohnungen gelegenen Nachtheile für die öffentliche Gesundheit sind. Sie bilden die hauptsächlichen, gewissermaassen die ständigen Brutstätten der Epidemien. Eine auf moralischer Grundlage stehende Verwaltung kann nicht zugeben, dass ein so bedeutender, wie der bei uns in Kellern wohnende Theil der Bevölkerung [1]) einer fortwährend drohenden Gesundheitsgefahr ausgesetzt sei. Gegen diese Schädlichkeit kann die Bevölkerung nur durch Schliessung sämmtlicher Kellerwohnungen wirksam geschützt werden. Ueber diese hygienische Anforderung sind Meinungsverschiedenheiten unstatthaft, und bildet die Durchführung dieser Maassregel eine der dringendsten Aufgaben unserer Sanitätsverwaltung. Damit aber bei unseren Wohnungsverhältnissen dieser Anforderung willfahren werden könne: müsste je eher dafür gesorgt werden, dass für diese aus den ungesunden Kellern zu vertreibende Bevölkerung entsprechende gesunde Wohnungen hergestellt werden.

1) Anlässlich der Volkszählung im Jahre 1880 wurden in Budapest in Kellerwohnungen 30441 Personen oder 8,5 % der Gesammtbevölkerung gefunden.

Digitized by Google

Hinsichtlich der Schädlichkeit folgen auf die Kellerwohnungen gleich die nicht unterkellerten ebenerdigen Häuser mit — infolgedessen — feuchten Mauern und Stubenböden, welche dem Eindringen der Grundluft, den Kellerwohnungen gleich, unmittelbar ausgesetzt sind. Diese Bauart ist besonders bei verunreinigtem und feuchtem Boden zu verwerfen. Die ebenerdigen Zimmer sollten entweder unterkellert, oder müssten Mauern und Fussböden durch entsprechende Einrichtungen gegen die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit isolirt werden.

Auch das Ungesunde der überfüllten Wohnungen habe ich beleuchtet. Die Sanitätsverwaltung hat auch hierauf ihre besondere Aufmerksamkeit zu richten und die Ueberfüllung der Miethwohnungen mit ihrer ganzen Macht einzuschränken.

Neben all dem muss ich die Reinhaltung der Strassen, Wohnhäuser, Höfe und Wohnungen im ganzen Stadtgebiet aufs nachdrücklichste urgiren. Die Sanitätsverwaltung hat ihr Augenmerk auf die Reinhaltung der Strassen nicht nur in den inneren, sondern auch in den äusseren Stadttheilen zu lenken, dort, wo ich auf meinem Rundgang den meisten Schmutz und mit diesem einhergehend auch die meisten Epidemien angetroffen habe.

Doch soll die Sanitätsverwaltung auch auf die innere Reinlichkeit der einzelnen Häuser bedacht sein. Der Besitzer hat die Pflicht für die Reinhaltung seines Hauses zu sorgen, sonst bedroht er die Gesundheit seiner Miether; andrerseits möge die Behörde dem Besitzer, unreinen und unordentlichen Miethern gegenüber, beistehen.

Die Organe der Sanitätsverwaltung sollen, wie ich, die Vorstädte begehen und in die Häuser einkehren; sie sollen sich Ueberzeugung verschaffen, ob die Höfe und Miethswohnungen auch rein gehalten werden. Mit Kehricht bedeckte Höfe, mit Abfällen erfüllte Gruben, Dungstätten, umherfliessende Stalljauche und zerstreute menschliche Excremente dürfen sie nicht dulden; sie müssen dafür Sorge tragen, dass vermiethete Häuser und Wohnungen zeitweilig gefegt, gescheuert und getüncht werden, mit einem Wort: sie müssen reinigen lassen. Angesichts

Digitized by Google

der nachtheiligen Wirkung, des seuchengebärenden Einflusses der Unreinlichkeit, welcher aus meinen oben dargelegten Beobachtungen hervorgeht, muss die Behörde zur Hebung der öffentlichen Reinlichkeit alles Mögliche aufbieten.

Ich bin überzeugt, dass, wenn die Reinlichkeit in den Wohnhäusern und deren Umgebung zunimmt, dass dann auch die Mortalität an Cholera und Typhus — und ohne Zweifel auch an anderen Krankheiten, wie Darmkatarrh und vielleicht auch an Lungensucht — abnehmen wird. Die Erfahrung, dass diese Krankheiten in manchen vornehmeren Städten des Auslands in neuerer Zeit abgenommen haben, hängt nicht allein mit der Einführung der Kanalisation und eines besseren Trinkwassers, sondern offenbar auch mit der allgemeinen Hebung der Reinlichkeit zusammen, so dass es berechtigt erscheinen wird das hygienische Axiom aufzustellen: die Epidemien der Städte und Wohnungen stehen im Verhältnis zur Anzahl der verbrauchten Besen; man wird im Rechte sein mit dem Ausspruch: eine der mächtigsten Stützen der öffentlichen Gesundheit ist die öffentliche Reinlichkeit.

Digitized by Google

Untersuchungen zur Kanalisation.

Von

Dr. J. Soyka,

Professor der Hygiene an der deutschen Universität in Prag.

Dritte Abhandlung[1]).

Die Selbstreinigung des Bodens.

Bei allen den verschiedenartigen Methoden, deren wir uns zur Beseitigung unserer Abfallstoffe, sowie zur Umwandlung derselben in hygienisch indifferente Stoffe bedienen, haben wir den Erdboden von zwei einander scheinbar widersprechenden Gesichtspunkten aus zu betrachten.

Wir haben zuvörderst die Aufgabe, denselben, wenigstens soweit er als Grundlage unserer Wohnstätten dient und in unmittelbarer Nachbarschaft derselben sich befindet, vor jeder erheblichen Verunreinigung zu bewahren; wir sind aber andererseits darauf hingewiesen, in gewissen Fällen auf dessen Mithilfe zu recurriren, wenn es sich darum handelt, die Abfallstoffe, die nicht direct durch Abschwemmung entfernt, oder die nicht unmittelbar als Dünger verwerthet werden können, einem Process zu unterwerfen, der sie in rascher Weise in gesundheitlich indifferente Stoffe umwandelt.

Die Verknüpfung dieser beiden Gesichtspunkte, die stete gleichzeitige Rücksichtnahme auf beide hat vor allem dazu geführt,

---

1) Die I. Abhandlung: Mortalitätsverhältnisse Münchens mit Rücksicht auf die Kanalisation, vgl. Zeitschrift für Biologie Bd. 17 S. 368; die II. Abhandlung: Luftbewegung in Kanälen, vgl. ebendaselbst Bd. 18 S. 104. (Von sämmtlichen drei Abhandlungen erscheint im Verlage des Archivs ein completer Separatabdruck.)

Digitized by Google

jene älteste und scheinbar einfachste Methode der Städtereinigung, die Aufspeicherung der Abfallstoffe in Gruben, die in den Boden eingegraben wurden, zu verwerfen. Es wurde dadurch, besonders da diese Gruben unmittelbar am Haus angebracht waren, eine Bodenverunreinigung herbeigeführt, die sich physikalisch, chemisch und leider oft genug auch epidemiologisch constatiren liess; — und doch müssen wir — gewissermaassen im Widerspruch mit dieser Thatsache — in dem Erdboden ein Material sehen, das geeignet ist, förmlich desinficirend auf die Abfallstoffe einzuwirken und uns so in unseren Reinlichkeitsbestrebungen wesentlich zu unterstützen, vorausgesetzt, dass die Application am richtigen Orte und im richtigen Maasse erfolgt.

Es ist keineswegs eine neue Beobachtung, dass der Boden gegenüber Flüssigkeiten eine reinigende Wirkung ausübt, dass unreine Flüssigkeiten, die eine gewisse Bodenschichte durchdringen müssen, mehr oder weniger gereinigt dem Boden wieder entströmen, und dass hierbei nicht bloss eine Filtration der mechanisch im Wasser suspendirten Stoffe eintritt. Die Praxis hat sich dieser Thatsachen seit Jahrhunderten bemächtigt und von ihr die Nutzanwendung fürs Leben gezogen. Portius[1]) schildert um 1685 die Methode, deren sich die Bewohner Venedigs bedienen, um reines Wasser in ihren Cysternen zu erhalten. »Diese Cysternen besitzen an ihren Seitenwänden eine nicht geringe Quantität reinen Sandes, und diese ganze vom Sande gebildete Umfassung nennen die Venetianer den Schwamm der Cysterne. Um diese Sandanhäufung rings herum befindet sich ferner ein aus feiner, lehmiger Erde errichteter Schutzwall gegen das salzige Wasser. Er stellt ein compactes Aggregat eines ausgetrockneten Pulvers dar, mit welchem eine Art Mauer oder Damm um den Sand gebildet ist, welcher einen jeden Zugang salzigen Wassers verhindert. Die Kanäle jedoch sind so disponirt, dass das Regenwasser innerhalb des Sandes aufgenommen wird, oder dass das mittels Nachen aus den nächsten Flüssen herbeigeführte Wasser innerhalb des Sandes zum Abfluss gelangt. Dieses Wasser

1) De militis in castris sanitate tuenda, auctore Luca Antonio Portio. Vienna 1685.

Digitized by Google

läuft sodann, die Seitenwände der Cysterne durchdringend, aus vielen Poren klar und rein in die Höhlung der Cysterne ab. Durch diese Vorrichtung werden viele Fehler des Wassers verbessert, von denen nicht der geringste sowohl der schlechte Geruch als auch der Geschmack nach Theer ist. Wie ich nämlich bei öfterer Verwendung beobachtete, so nimmt auf diese Weise das Wasser, das auf kleineren, mit Theer bestrichenen Schiffen herbeigeführt wird, nach Ablauf von 3—4 Stunden sowohl den Geschmack als auch den Geruch von Theer an. Wenn sodann dieses selbe Wasser durch den Sand gelaufen, erinnert es durchaus nicht mehr an Theer. Aus welchem Argument allein glaubhaft wird, dass das Wasser bedeutend besser wird, wenn es durch Sand fliesst.«

»Auch habe ich an anderen Orten mehrfach bemerkt, dass nur wenige Schritte unterhalb eines unreinen, stehenden Wassers ein Bach reinen Wassers abfliesst und zwar war es das Wasser desselben Sumpfes, welches, durch unterirdische Gänge fliessend und die Verunreinigungen dort deponirend, sodann aus dem Boden wieder hervorkam und jenen Bach constituirte. Manchmal war das Wasser auch unrein infolge Auflösung von Seife in demselben (Weiber pflegten nämlich die schmutzigen Kleider in demselben zu waschen), während der Bach unterhalb reines Wasser hatte« [1]).

---

1) Portius knüpft hieran auch eine Anweisung zur Herstellung von Brunnen mit reinem Wasser, die ich deshalb hier anführe, weil sie im Principe nichts anderes ist als eine Art Filtergallerie, wie wir sie jetzt auch noch construiren: »Nach diesen hier dargelegten Thatsachen will ich, sofern mir irgend ein Baustück, Hain, oder irgend etwas Aehnliches an der Donau oder irgend einem anderen Flusse oder auch Sumpfe gegeben ist, aus unreinem Wasser mir eine Quelle von viel reinerem Wasser verschaffen. Ebenso will ich, wenn mir ein Grund mit einer Cysterne (puteus) zu Gebote steht, deren Wasser schmutzig und ungesund ist, daraus einen Brunnen von gesünderem Wasser beschaffen. Es sei irgendwo in der Donau ein Nachen (cymba) befestigt, der frei ist von für Wasser durchlässigen Spalten. Dieser sei der Länge nach durch Interposition von bretternen Böden in mehrere Theile »Castelle« abgetheilt (der Name Castelle, weil sie denselben Zweck erfüllen, dem die »Castella« bei den Aquaeducten dienen). Die Septa müssen zweierlei Art sein, solche, die das in die Castelle eintretende Wasser nur durch eine oder mehrere Oeffnungen, die sich im oberen Theil dieses Septums befinden, gegen den Hintertheil abfliessen lassen, und solche, die das Wasser dahin nur durch eine

Digitized by Google

Wir sehen aus diesen Angaben, dass **Portius** auch schon die Bedeutung des Bodens in der Frage der Flussverunreinigung berührte, und dass hier, wie so oft, die praktische Verwerthung einer naturwissenschaftlichen Thatsache ihrem Studium, ihrer Begründung weit vorauszuschreiten vermochte; denn erst in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts wurde diese Frage Gegenstand wissenschaftlicher Studien und Experimente, und zwar war es die Agriculturchemie, die in erster Linie sich diesen Problemen zuwandte. **Bronner**[1]) suchte die auffallende Erscheinung zu er-

genügend weite und oblonge, knapp am Boden befindliche Spalte abfliessen lassen; resp. dieses Septum darf nicht vollständig bis auf den Boden des Kahns reichen. Diese Septa müssen mit einander alterniren, so dass alle ungeraden Septa mit dem ersten, die geraden mit dem zweiten übereinstimmen. An dem Vordertheil soll eine mit mehreren Oeffnungen versehene Platte angebracht sein, durch welche das zu reinigende Wasser einzuleiten ist. Alle Castelle aber, mit Ausnahme der beiden äussersten je am Hintertheil resp. Vordertheil befindlichen, sind mit kleinen Steinen und reinem von allem Schmutz befreiten Sande zu füllen. Auch soll die siebartige, eiserne Platte und alle Oeffnungen der Scheidewände etwas tiefer gelegen sein, als der Horizont der Wasseroberfläche, von der aus die Entnahme erfolgt. Das Wasser tritt nun durch die Oeffnungen der Metallplatte ein, so dass alle schwimmenden und alle grösseren und unproportionalen Körper durch die Oeffnungen zurückgehalten werden. Das Wasser in dem Vordertheil wird also schon reiner sein als das zufliessende und da das Wasser in dem ersten Raum weniger bewegt wird als im Fluss ausserhalb des Nachens, so wird es einen Theil seiner übrigen Verunreinigungen hier am Boden deponiren und indem das reinere Wasser nun aufsteigt, dringt es durch die feineren Oeffnungen des zweiten Septums in die zweite Kammer, und indem es dort gegen den Boden hin abfliesst, muss es den Sand und die Steinschichte durchdringen und wieder einen grossen Theil der Verunreinigungen deponiren. Von da steigt das Wasser durch die Spalte, welche im Grunde des dritten Septums sich befindet, wieder zwischen Stein und Sand in der dritten Kammer auf u. s. w., bis schliesslich im letzten Castellum reinstes Wasser erscheint«.

Dabei stellt P. noch folgende Grundsätze als beachtenswerth auf: 1. Je kleiner die Steine, desto besser der Erfolg, ebenso, je dichter der Sand. 2. An und um die feinen Oeffnungen sind besser Steine als Sand zu bringen. 3. Es ist von Vortheil, die feinen Oeffnungen an der Diagonale anzubringen, um so dem Wasser einen längeren Weg durch den Sand und Kies anzuweisen. 4. Je grösser der Cubikinhalt des Kahns (cymba) und je mehr Septa, desto besser wird das Wasser gereinigt.

1) Der Weinbau am Haardtgebirge von Landau bis Worms, dargestellt von Joh. Th. **Bronner**. Heidelberg (1836) III. Heft S. 44.

Digitized by Google

klären, dass selbst bei völligem Durchdringen einer Bodenschichte von bestimmter Höhe von einer Düngerflüssigkeit, die extractiven Düngtheile selten gleichmässig bis in die tiefste Schicht sich vertheilen. Er führt folgendes lehrreiche Experiment an:

»Man füllt eine Bouteille, die in ihrem Boden ein kleines Loch hat, mit feinem Flusssande oder halbtrockener, gesiebter Gartenerde an. In diese Bouteille giesse man allmählich so lange dicken und ganz stinkenden Mistpfuhl, bis die ganze Maasse durchdrungen ist; die aus der untern Oeffnung hervorkommende Flüssigkeit wird fast geruchlos und farblos erscheinen und die Eigenschaft des Pfuhls gänzlich verloren haben.

Wie viele Beispiele haben wir nicht, dass gegrabene Brunnen ganz nahe an Mistbehältern sind, in welchen das ganze Jahr hindurch Mistjauche steht, ohne dass von dieser etwas in dem Wasser zu bemerken wäre; selbst in Gegenden, wo bloss Sand- und Gerölleboden ist, wo also die leichteste Durchdringlichkeit für Flüssigkeiten anzunehmen ist, findet man im Wasser der nächsten Brunnen keinen Mistpfuhl, ausser es müsste zufällig durch irgend ein Thier ein Loch in die Erde gebohrt worden sein oder sonst eine Spalte vorkommen, durch welche die Flüssigkeit ungehindert durchdringen kann.

Sogar das Seinewasser in Paris, in welches so viele tausend Kloaken täglich abfliessen, welches deshalb zu jedem ökonomischen Gebrauche untauglich ist, wird dadurch gereinigt und zu ökonomischen Zwecken brauchbar gemacht, dass man dasselbe in kegelförmige, in einem porösen Sandstein ausgehauene Behälter bringt, durch welche das Wasser langsam durchdringt und als klares, ziemlich geschmack- und geruchloses Wasser aufgefangen wird«.

Durch die für die Landwirthschaft bahnbrechenden Untersuchungen von Thompson, Huxtable, Way, Liebig, Gilbert u. A. wurde gezeigt, dass die Erde, die Ackererde, den ihr dargebotenen Lösungen gegenüber eine eigenthümlich ekklektische Wirkung ausübt, insoferne sie gewisse Stoffe, z. B. Kali, Ammoniak, Phosphorsäure, ferner auch organische Verbindungen denselben entzieht und in sich zurückbehält, anderen jedoch den Durchtritt ungehindert gestattet.

Digitized by Google

Diese Absorptionserscheinungen, die für die Fruchtbarkeit des Bodens eine so grosse Bedeutung haben, beruhen theils auf physikalischen theils auf chemischen Vorgängen. Physikalisch scheint es vorwiegend die Flächenattraction zu sein, die hier zur Wirkung kommt; hierfür spricht unter anderem, dass der Boden je nach seiner mechanischen Beschaffenheit, seiner Porosität verschiedene Wirkung zu äussern vermag (Liebig[1]), dass die feine Vertheilung der Bodenpartikel, die einer Vergrösserung der Gesammtoberfläche entspricht, besonders auf die Absorption wirkt (Falk[2]), dass die Absorption eine grössere wird, wenn man die salzhaltigen Flüssigkeiten allmählich durch den Boden filtrirt, als wenn man diese beiden mit einander schüttelt (Kühn-Zalomanoff[3]).

Chemisch sind hierbei die im Ackerboden enthaltenen wasserhaltigen Doppelsilicate (Zeolithe) wirksam, bestehend aus kieselsaurer Thonerde einerseits, kieselsaurem Kalk oder Alkali andererseits. Die in denselben nur sehr locker gebundenen Monoxyde lassen sich nicht schwer durch gewisse Basen (Kali, Natron, Ammoniak), die sich in den zu absorbirenden Flüssigkeiten als Salze befinden, verdrängen (Way[4]), Armsby[5]), Lemberg[6]), Bemmelen[7]).

An diese Versuche, besonders an diejenigen, die auch die Absorption von organischen Stoffen documentirten, konnte nun die Hygiene, die, wie auf S. 282 gezeigt, schon längst diesen Vorgang sich zu Nutzen gemacht, anknüpfen. Es waren besonders die höchst bedenklichen Erscheinungen der Verunreinigung englischer und schottischer Flüsse durch Abwässer der Industrie und der städtischen Kanäle, die sehr umfangreiche und bedeutsame Unter-

---

1) Annalen d. Chemie Bd. 105.

2) Falk, Experimentelles zur Frage der Kanalisation mit Berieselung. Vierteljahrschrift für ger. Medicin u. öff. Sanitätswesen. 27. u. 29. Bd.

3) J. Kühn, Berichte des landwirthschaftl. Institutes in Halle. 2. Heft.

4) Journ. Roy. agr. Soc Bd. IX, XIII, XV.

5) Landwirth. Versuchsstationen Bd. 21.

6) Zeitschrift der geol. Gesellsch. Bd 28.

7) Agriculturchemische Versuchsstation 1878.

Digitized by Google

suchungen anregten [1]) und deren Resultate so ziemlich maassgebend für die weitere Entwickelung dieser Frage waren.

Die durch den Boden erfolgende Filtration von Spüljauche, Kanalwasser hat sich nicht bloss als eine rein mechanische Filtration erwiesen, die etwa nur zur Zurückhaltung der suspendirten Bestandtheile führt, sondern sie hat auch das abfliessende Wasser viel ärmer an organischen Stoffen erscheinen lassen. Die endlichen Resultate lagen s. Z. in folgender Tabelle zu Tage.

Es wurden entfernt in Procenten:

	Von den löslichen organischen Substanzen		Von den suspendirten organischen Substanzen
	Von dem organischen Kohlenstoff	Von dem organischen Stickstoff	
Aufsteigende Filtration:			
Günstigstes Resultat	50,7	65,5	100
Ungünstigstes Resultat	0,6	0,0	100
Durchschnittliches Resultat	26,3	36,6	100
Absteigende, intermittirende Filtration:			
Günstigstes Resultat	88,5	97,5	100
Ungünstigstes Resultat	32,8	43,7	100
Durchschnittliches Resultat	72,8	87,6	100
Berieselung:			
Günstigstes Resultat	91,8	97,4	100
Ungünstigstes Resultat	42,7	44,1	84,9
Durchschnittliches Resultat	68,6	81,7	97,7

Es ist hieraus ersichtlich, dass mitunter fast sämmtliche organische Stoffe und besonders die stickstoffhaltigen Körper der Spüljauche beim Durchtritt durch den Boden zurückgehalten werden und nicht in das abfliessende Wasser gelangen.

Ja, in einer Reihe sehr interessanter Versuche hat ferner Falk [2]) zu zeigen vermocht, dass dies nicht bloss für die in der

1) River Pollution Commission: Reports of the commissioners, appointed in 1868 to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers. Ferner: River Pollution Prevention Act. 1876. Report to the Local Government Board by Dr. R. Angus Smith. 1882.

2) Falk, a. a. O.

Digitized by Google

Landwirtschaft wichtigen Düngstoffe, Kali, Natron, phosphorsaures Ammoniak u. dgl. gilt, sondern dass auch höher zusammengesetzte organische Verbindungen diesem Loose verfallen. Er constatirte diese filtrirende und absorbirende Fähigkeit gegenüber aromatischen Basen, wie z. B. Indol, Thymol, die besonders durch ihren Geruch belästigend wirken, gegenüber giftigen Alkaloiden wie Strychnin, Nikotin, gegenüber chemischen, nicht organisirten Fermenten wie Emulsin, Myrosin, Ptyalin. Selbst die geformten Fermente, wie sie sich in faulenden Flüssigkeiten, im Milzbrandblut vorfinden, sowie die durch sie gebildeten giftigen Stoffwechsel- oder Zersetzungsproducte, Glycerinextracte von tuberculösen Sputis, von septischen Stoffen wurden beim Durchleiten durch Sandboden ihrer infectiösen oder giftigen Eigenschaften beraubt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung waren nun für die hygienische wie landwirthschaftliche Praxis sehr werthvoll und fanden auch ihre Anwendung. Vom hygienischen Standpunkt konnte man sich jedoch mit ihnen nicht vollständig begnügen. Man hatte auf diese Weise wohl erforscht, dass der Boden eine Menge von Stoffen zurückhält, die, wenn sie in innigere Beziehungen zum Menschen treten, leicht zu krankmachenden Potenzen werden können. Man hatte aber damit noch keine Kenntnis darüber gewonnen, welches Schicksal ihrer im Boden selbst harret. Es konnte ja doch nicht gleichgültig erscheinen, wenn wir auf diese Weise aus dem Boden ein ständiges Depot aller möglichen Giftstoffe bilden.

Die möglichen hygienischen Nachtheile und Gefahren, die aus einem solchen Verhalten resultiren können, sind ja mehrfach. Fürs erste wird dadurch die Verwendbarkeit des Bodens für solche Zwecke eine nur zu beschränkte; denn wenn die Stoffe, die vom Boden absorbirt werden, in demselben unverändert verharren, so muss bei stetiger Zufuhr neuer solcher Stoffe bald ein Zustand der Sättigung eintreten, von welchem an keine weitere Aufnahme neuer Stoffe möglich ist und so die dem Boden übergebenen Stoffe ungereinigt und unentgiftet wieder abfliessen. Solche Zufälle lassen sich auch in der That vielfach, freilich meist nur in Fällen mangelhafter Handhabung der Grundsätze der Filtration

Digitized by Google

resp. Berieselung constatiren, und sind auch experimentell nachzuweisen.

Sodann aber dürfen wir nicht vergessen, dass wir mit unseren Abfallstoffen auch Giftstoffe und Infectionsträger dem Boden einverleiben, deren Conservirung in dem Boden allmählich zu einer grossen Calamität werden müsste. Unsere Excremente, unsere Haushaltungswässer scheinen zwar in frischem Zustande indifferenter Natur zu sein; man kann frischen Harn, frisches Abwaschwasser Thieren sogar injiciren, ohne dieselben zu schädigen. Haben sich aber nach längerem Stehen in denselben Organismen entwickelt, haben sich infolge dieser Entwickelungen Zersetzungserreger und Zersetzungsproducte etablirt, so wirken diese Stoffe theils infectiös, theils toxisch [1]). Neben den organisirten Giften bilden sich auch nicht organisirte, rein chemische Gifte, wie aus den Untersuchungen von Panum, Hiller, Rosenberg etc. hervorgeht; ferner haben die Untersuchungen der letzten Jahre gezeigt, dass sich aus organischen Körpern durch Zersetzung derselben alkaloidähnliche Körper bilden, sogenannte Fäulnisalkaloide oder Ptomaïne, von denen bei einzelnen die Giftigkeit constatirt wurde (Selmi, Brouardel und Boutmy [2]). Wenn nun infolge der Absorption diese Gifte im Boden festgehalten würden, so wäre bei Conservirung derselben in unverändertem Zustand die Gefahr, dass sie unter Umständen doch mittelbar oder unmittelbar an Menschen oder Thiere gelangen, nicht ausgeschlossen.

Endlich verdient in dritter Linie das Aufspeichern von Stoffen der erwähnten Provenienz im Boden auch deshalb grössere Beachtung, weil dadurch Nährstoffe aufgestapelt würden, die nicht bloss von den uns landwirthschaftlich interessirenden höheren

---

1) Emmerich, Sitzungsber. d. k. bayr. Akad. d. Wissenschaften 1879.

2) Die Uferbewohner des Murrayflusses in Südaustralien bedienen sich zur Tödtung ihrer Feinde eines sehr heftig wirkenden Pfeilgiftes, das sie aus in Gruben im Erdboden begrabenen, faulenden Fischen gewinnen. In die faulende Masse wird ein Bein getaucht und mit diesem die Haut des Feindes geritzt. Es ist hierbei nicht entschieden, ob man es hier mit einem als Gift wirkenden chemischen Körper oder mit besonders infectiösen Organismen zu thun hat.

Digitized by Google

Pflanzen als Nährmaterial verwerthet werden, sondern auch für die hygienisch bedeutsamen niedrigsten Organismen als Substrat der Entwickelung und Vermehrung zu dienen haben. Da es nun kaum mehr bestritten werden kann, dass gewisse Krankheitskeime erst in dem Boden zur Vermehrung oder eigenartigen Entwickelung gelangen können, und da ferner die Erfahrung dafür zu sprechen scheint, dass gerade ein verunreinigter, d. h. ein mit organischen Abfallstoffen beladener Boden die geeignetste Brutstätte abzugeben vermag, so ist auch aus diesem Grunde die Frage nach dem endlichen Schicksal der in dem Boden einverleibten Abfallstoffe berechtigt und dringend.

Schon die bisherigen Untersuchungen über Bodenfiltration, über Berieselung, ferner gewisse experimentelle Arbeiten über Bodenluft haben, wenn sie auch nicht direct auf dieses Ziel gerichtet waren, Beiträge zur Lösung dieser Frage geliefert.

Wenden wir uns zuvörderst noch einmal den Arbeiten der erwähnten englischen Commission zu.

Wenn man bei den von ihr angestellten Filtrations- und Berieselungsversuchen die durch Analysen bestimmten Stoffe in den Abwässern vor und nach der Filtration resp. Berieselung nach Menge und Beschaffenheit vergleicht, so findet man, dass das Filtrat, das abfliessende Wasser, im Allgemeinen eine andere Zusammensetzung zeigt, dass gewisse Bestandtheile eine Zunahme, gewisse eine Abnahme erfahren, ja dass sogar chemische Körper auftreten, die in der ursprünglichen Flüssigkeit gar nicht vorhanden waren. So zeigen z. B. die organischen Stoffe, der organische Stickstoff und organische Kohlenstoff, das Ammoniak bedeutende Abnahmen, dagegen stellen sich im Filtrate neue Stickstoffverbindungen ein, die salpeter- und salpetrigsauren Salze.

Wir wollen aus den mit absteigender, intermittirender Filtration angestellten, englischen Versuchen eine kleine Tabelle zusammenstellen, die diese Verhältnisse demonstrirt.

Die Zahlen geben die in 100000 Theilen Wasser enthaltenen Bestandtheile an.

Digitized by Google

	Gelöste Stoffe	Organischer Kohlenstoff	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Form von Nitraten u. Nitriten	Durchschnitt aus
Durchschnittliche Zusammensetzung des Kanalwassers vor der Filtration	64,5	4,386	2,484	5,557	0	—
Absteigende Filtration durch eine 15′ hohe Sandschichte	78,5	1,033	0,330	0,621	3,512	16 Versuchen
Absteigende Filtration durch eine 15′ hohe Schichte von Sand und Kreide	96,8	0,726	0,113	0,035	3,814	12 »
Absteigende Filtration durch eine 5′ hohe Schichte von Erde von Beddington (sehr poröser Kies)	102,5	0,698	0,133	0,010	3,574	18 »
Absteigende Filtration durch eine 5′ hohe Schichte von Erde von Hambrook (leichter Sand von hellrother Farbe)	111,3	1,118	0,162	0,112	2,944	15 »
Absteigende Filtration durch eine 5′ hohe Schichte von Erde von Dursley (leichter, gelblich-brauner Lehm) . .	102,1	0,709	0,188	0,209	4,054	28 »

Wenn wir diese Zahlen zu deuten versuchen, so gelangen wir zu folgender Annahme.

Das Wasser, das durch den Boden abfliesst, nimmt vorerst eine Reihe von Stoffen auf; denn die Menge der gelösten Stoffe im Filtrat übersteigt die des Kanalwassers um 20—70 %. Diese Zunahme ist aber wohl ausschliesslich anorganischer Provenienz, da sowohl der organische Kohlenstoff als auch der organische Stickstoff eine sehr bedeutende Herabminderung erfährt. Die Verminderung des organischen Kohlenstoffs kann bis 85 % der ursprünglichen Menge betragen, die des organischen Stickstoffs gar bis 95,5 %, ebenso verschwindet, wie ja bei der grossen Absorptionsfähigkeit des Bodens für Ammoniak erklärlich ist, der grösste Theil des Ammoniaks. Die Abnahme kann sogar an 100 % betragen.

Die Zunahme nun, die die Bodenfiltrate an gelösten anorganischen Stoffen erfährt, ist wohl zum grössten Theil darauf zurück-

Digitized by Google

zuführen, dass die Abwässer gewisse lösliche Bestandtheile des Filtermaterials (Kalk, Magnesia, Eisensalze) auflösen; aber doch nicht ausschliesslich. Denn es zeigen sich im Filtrate Stoffe in grösserer Menge. die im Boden gar nicht oder nur in Spuren vorhanden sind und die auch nicht in der zu filtrirenden Flüssigkeit vorhanden waren, die also erst im Boden durch gewisse mit der Filtration verbundene Vorgänge sich bilden; es sind dies besonders Nitrite und Nitrate. Diese Stoffe erscheinen im Filtrate mitunter in einer derartigen Menge, dass sie keineswegs dem Boden selbst entstammen können, sondern als Producte der Oxydation des in anderweitiger Form als Ammoniak oder als organischer Stickstoff vorkommenden Stickstoffs der aufgegossenen Flüssigkeit erscheinen.

Dieselben Veränderungen machen die Abwässer auch bei der Berieselung durch.

Es seien als Beispiel einige Resultate der chemischen Untersuchung des Berliner Rieselwassers [1]) angeführt.

Das Wasser enthielt in 100000 Theilen:

	Rückstand	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Reducirtes Kaliumpermanganat
Spüljauche aus dem Druckrohr in Falkenberg durch Papier filtrirt .	107,06	0,25	0,0000	8,440	22,12
Mitte des nördlichen Sielgrabens .	88,88	2,12	0,1500	1,600	4,46
Südlicher Sielgraben, 20 Schritte oberhalb der Mündung in die Wuhle	88,26	1,30	0,1875	1,800	4,28

Die Abnahme sowohl des Ammoniaks als auch der organischen Substanzen geht mit der Zunahme der Nitrate und Nitrite einher.

Da es sich nun an der Hand der Bodenanalysen nachweisen lässt, dass die vorgefundenen Quantitäten von Nitriten und Nitraten keineswegs Auslaugungs- oder Zersetzungsproducte des Bodens sein können, da ferner durch Versuche von Boussingault [2]), Schlösing [3]) constatirt ist, dass der Stickstoff der Luft keines-

1) Die Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für öffentliche Gesundheitspflege zu Berlin über Kanalisation und Berieselung. 1883.

2) Compte rendus tom. XXVI p. 22.

3) Annal. d. Chim. et Phys. 24.

wegs zur Bildung dieser Nitrate und Nitrite verwendet wird, so hat die Annahme, es handle sich hier um Veränderungen, die die stickstoffhaltigen organischen Substanzen im Boden erfahren, um so mehr Berechtigung, als ja auch in den natürlichen wie künstlichen Salpeterplantagen die stickstoffhaltigen, organischen Stoffe als die Quelle der Salpeterbildung angesehen werden, und damit wäre schon ein Anhaltspunkt für die »Selbstreinigung des Bodens« gegeben.

Einen weiteren Anhaltspunkt finden wir sodann in dem Auftreten eines anderen Oxydationsproductes, das als letztes Zersetzungsproduct organischer Stoffe angesehen werden muss, in dem Vorkommen von Kohlensäure im Boden.

Schon die von Pettenkofer[1]) constatirte Thatsache, die Kohlensäure sei dort in erheblicher Weise in der Bodenluft vorhanden, wo sich organische Substanzen in dem Boden vorfinden, fehle aber in einem vollkommen sterilen Boden, in dem der libyschen Wüste, lässt darauf schliessen, dieses Gas trete eben als Zersetzungsproduct der organischen Substanzen auf. Zu demselben Resultate kamen auch Möller[2]) und Wollny[3]) bei ihren experimentellen Untersuchungen über Kohlensäurebildung im Boden.

Wollny fand je nach dem Verhältnis, in welchem er organische Stoffe dem Quarzsand beimischte, folgende Durchschnittswerthe:

	Quarzsand rein	Quarzsand + 1/4 Torf	Quarzsand + 1/2 Torf	Quarzsand + 3/4 Torf
Kohlensäuregehalt der Bodenluft in pro mille	0,70	2,19	3,34	3,98

Mit der Zunahme der organischen Substanzen nahm auch, ceteris paribus, der Kohlensäuregehalt des Bodens zu.

So können wir denn bereits auf indirectem Wege schliessen, dass ein grosser Theil der im Boden befindlichen organischen Substanzen allmählich die Umwandlung bis zu jenen Endproducten erfährt, welche theils gasförmig in die Luft entweichen, theils als

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 11.
2) Mittheilungen aus dem forstl. Versuchswesen in Oesterreich 1878.
3) Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen 1880.

Digitized by Google

vom Boden nicht absorbirbare, lösliche Salze, wie die Nitrite und Nitrate, von dem den Boden durchfliessenden Wasser weggeführt werden, wodurch also eine Selbstreinigung des Bodens gegeben ist.

In einer früheren Arbeit [1]) habe ich sodann für die im Harn befindlichen organischen Substanzen direct den Beweis geliefert, dass dieselben, wenigstens soweit es sich um die stickstoffhaltigen Substanzen handelt, unter gewissen Bedingungen allmählich vollständig mineralisirt werden, sich in Nitrate und Nitrite umwandeln, die aus dem Boden durch Wasser vollständig ausgelaugt werden können. Es hat sich bei diesen Versuchen herausgestellt, dass diese Umwandlung der organischen Substanzen an gewisse Bedingungen geknüpft ist, die in der Beschaffenheit sowohl des Bodens als auch der zu reinigenden Flüssigkeiten gelegen waren.

Diese Bedingungen in aller Kürze zusammengefasst waren:

A. Im Boden gelegene Bedingungen:
   a) Ein gewisser Grad von Porosität des Bodens [2]), von Durchgängigkeit für Luft und Flüssigkeit;
   b) eine bestimmte Durchfeuchtung mit der zu entgiftenden Flüssigkeit;
   c) eine in nicht allzu weiten Grenzen schwankende Temperatur des Bodens;
   d) ein Gehalt an organischen resp. organisirten Gebilden.

B. In der zu reinigenden Flüssigkeit gelegene Bedingungen:
   Eine bestimmte Verdünnung der Flüssigkeit, da eine zu starke Concentration derselben diese Processe vollständig stille stehen lassen kann.

Ganz analoge Bedingungen hat Wollny experimentell für die Umwandlung des organischen Kohlenstoffs in Kohlensäure festgestellt.

War damit für den Harn und seine Derivate der Beweis geliefert, dass er im Boden nicht bloss absorbirt, sondern auch vollkommen zu Producten umgewandelt wird, die durch die natürlichen Ereignisse, durch die Niederschläge aus dem Boden ver-

1) Soyka, Ueber den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung organischer Substanzen. Zeitschrift für Biologie Bd. 14.

2) Vgl. auch Prichard, Comptes rendus 98.

Digitized by Google

schwinden, so war doch, mit Rücksicht auf die Arbeiten von Falk, eine Erweiterung dieser Untersuchungen wünschenswerth geworden. Falk hatte gezeigt, dass der Boden auch sehr viele Gifte absorbirt; mit Rücksicht auf die Frage der Ptomaïne oder Cadaveralkaloide musste entschieden werden, ob auch diese etwas complicirteren Körper einem solchen Zersetzungs- und Oxydationsprocesse unterliegen. Man konnte auch den früheren Versuchen den Einwand machen, dass es sich hierbei vorwiegend oder ausschliesslich um Umwandlungsproducte des Ammoniaks also eines relativ einfachen Körpers handelte. Denn in allen diesen Versuchen war das Ammoniak entweder im vorhinein in so reichlicher Menge vorhanden, dass der in demselben vorhandene Stickstoff den der später erscheinenden Nitrite und Nitrate vollkommen zu decken vermochte, oder aber es bildete sich ununterbrochen während der Versuche durch die hierbei stets vor sich gehenden Fäulnisprocesse. Wohl liess sich bereits aus den Versuchen Falk's inderekt auf eine Zerstörung der Alkalien im Boden schliessen, da er bemerkt, dass ein Boden, dessen Absorptionsfähigkeit für die Gifte bereits erschöpft war, nach längerem Stehen allmählich diese Eigenschaft wieder erlangte.

Um diese Fragen auch nach dieser Richtung hin zu entscheiden, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, die es sich zur Aufgabe machten, theils das Schicksal verschiedener chemisch wohl charakterisirter Körper im Boden zu verfolgen, theils auch verschiedene Bodenarten auf ihre Einwirkung zu prüfen. Dabei konnte es nicht vermieden werden, dass auch die Frage der Absorption resp. Filtration an sich Berücksichtigung fand, insoweit diese ja einer eventuellen Zerstörung im Boden vorangehen musste.

Die Methoden, nach denen die Versuche angestellt wurden, knüpften im wesentlichen an die bereits in meiner Abhandlung über den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung der organischen Substanzen [1]) dargelegten, sowie an die von Falk [2]) angewendeten an.

Zu den die Frage im Princip zu entscheidenden Versuchen wählte ich das Strychnin in seinen schwefelsauren, salzsauren

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 14.

2) a. a. O.

Digitized by Google

und essigsauren Salzen, ein Alkaloid, das durch seine grosse Beständigkeit, seine schwere Zersetzbarkeit, sowie auch durch die Schärfe seiner Reaction zu diesen Versuchen besonders geeignet erschien.

Vor allem war es nothwendig, zu untersuchen, wie der zur Anwendung kommende Boden, Münchener Kiesboden, in dessen Zusammensetzung hauptsächlich Kalk, Dolomit und mergelige Kalkrollstücke eingehen, begleitet von Mergel und kieseligen Substanzen, in seiner filtrirenden und absorbirenden Eigenschaft sich dem Strychnin gegenüber bei der verschiedenen Concentration der zu filtrirenden Lösung verhielt.

Zu diesem Zwecke wurden 5 Röhren mit je 400 ccm einer Kiessorte (die mit Mittelsand bezeichnet wird), deren Korngrösse dem Durchmesser nach zwischen 1/3—1 mm schwankt, gefüllt (vgl. Renk, über die Permeabilität des Bodens für Luft[1]); die Höhe der Kiesschichte war circa 0,8 m. Auf dieselbe wurde jeden Tag die Quantität von 10 ccm einer Lösung von schwefelsaurem Strychnin ($2[C_{21}H_{22}N_2O_2]SO_4H_2 + 5H_2O$) aufgegossen. Die Strychninlösung hatte die Concentration von 0,01, 0,1, 0,5, 1 und circa 1,4 %; bei letzterer Concentration war das Lösungsvermögen des kalten Wassers für Strychnin bereits überschritten, und ein Theil des Salzes krystallisirte in der Kälte bereits wieder heraus. (Das Strychnin wurde mittels concentrirter Schwefelsäure und doppeltchromsaurem Kali nachgewiesen, einer Reaction, die nach De Vrij und Van der Burg noch 0,001 mg Strychnin erkennen lässt).

Nr. des Versuches	I.	II.	III.	IV.	V.
Concentration der Lösung von Strychninsulfat . .	0,01 %	0,1 %	0,5 %	1,0 %	1,4 %
Die Lösung hatte den Boden durchdrungen .	am 7. Tag	am 8. Tag	am 7. Tag	am 7. Tag	am 8. Tag
Menge der aufgegossenen Strychninlösung . . .	80 ccm	140 ccm	140 ccm	140 ccm	130 ccm
Menge d. Strychninsulfats	0,008 g	0,14 g	0,7 g	1,4 g	ca. 1,8 g
Strychninreaction i. Filtrat	Kein Strychnin nachzuweisen				

1) Zeitschrift f. Biologie Bd. 15.

Digitized by Google

Der Versuch lehrt, dass ein Boden, wie der hier angewendete, nachdem er das seiner Wassercapacität entsprechende Quantum der Strychninlösung, das hier ungefähr 60 ccm = 15 Volumprocent entspricht, aufgenommen und zurückgehalten, nun den Ueberschuss abtropfen lässt, und zwar vollkommen strychninfrei, ohne Rücksicht auf die Concentration der Strychninlösung.

Diese Bestätigung der von Falk constatirten Thatsache, dass der Boden die Lösung eines Strychninsalzes von dem in derselben enthaltenen Strychnin befreit, wurde auch noch für die Bodenarten von verschiedenem physikalischen Charakter, d. h. von verschiedenem Porenvolum constatirt.

In zweimal drei Röhren wurde Boden verschiedener Korngrösse eingefüllt: Feinkies (Durchmesser des Kornes 2—4 mm), Grobsand (Korndurchmesser 1—2 mm), Mittelsand (Korndurchmesser $\frac{1}{3}$—1 mm). Auf diesen Boden wurden täglich 12 ccm einer 0,1 % resp. 0,01 % Lösung schwefelsauren Strychnins aufgegossen.

	Feinkies		Grobsand		Mittelsand	
Concentration der Lösung des Strychninsulfats	0,01 %	0,1 %	0,01 %	0,1 %	0,01 %	0,1 %
Die Lösung hatte den Boden durchdrungen am	3. Tag	3. Tag	4. Tag	4. Tag	7. Tag	7. Tag
Nach 8 Tagen (Abbruch des Versuches) waren aufgegossen 96 ccm, entsprechen Grammen Strychninsulfat	0,0096	0,096	0,0096	0,096	0,0096	0,096
Im Filtrat	Kein Strychnin nachzuweisen					

An die Constatirung dieser Thatsache knüpft sich weiterhin die hygienisch bedeutende Frage, innerhalb welcher Grenzen kann der Boden diese Eigenthümlichkeit, eine Giftlösung beim Durchleiten durch denselben zu entgiften, in vollem Maasse entfalten; wie viel Strychnin kann im speciellen Falle vom Boden auf diese Weise der Lösung entzogen werden. Es brauchten zu diesem Behufe die Versuche nur so lange weiter fortgesetzt werden, bis das Filtrat endlich die Strychninreaction gab.

Digitized by Google

Bodenart	Grobsand	Mittelsand		
	656^{g} lufttrockener Kies	602^{g} lufttrockener Kies	300^{g} lufttrockener Kies	200^{g} lufttrockener Schweisssand[1])
Strychninlösung und Concentration	Strychnin sulfur. 1,0 %		Strychnin acetic. 0,25 %[2])	
Strychninreaction im Filtrate nach Aufgiessen von ccm	300	330	480	460
Darin enthalten vom Strychninsalz grm	3,0	3,3	1,2	1,15
Darin enthalten reines Strychnin ($C_{21}H_{22}N_2O_2$) mg	2,34	2,57		
Von 100^{g} Boden werden zurückgehalten vom Salz	0,45	0,54	0,4	0,57
Von 100^{g} Boden werden zurückgehalten vom reinen Strychnin .	0,35	0,42		

Diese Ziffern, die da besagen, dass der Kiesboden bis zu 0,5—0,6 % seines Gewichtes Strychninsalz und bis 0,4 Gewichtsprocent reines Strychnin einer Flüssigkeit zu entziehen vermag, sind etwas zu hoch gegriffen, da, wenn einmal dieses Stadium der Sättigung erreicht ist, sich wieder eine geringe Menge Strychnin auswaschen lässt.

Sehen wir nun derart, dass der Boden nicht unerschöpflich ist, so erhalten wir doch wieder einen Begriff von der Grösse dieser wohlthätigen Action, wenn wir berechnen, wie viel Gift ungefähr ein Cubikmeter dieses Bodens in sich aufzunehmen vermag. Setzen wir das spec. Gewicht des reinen Bodens gleich 2,5, d. h. des Bodens an sich, frei von Luft. Um das Gewicht desselben zu berechnen, müssen wir vorerst dasjenige Volum in Abzug bringen, welches die Luft im Boden einnimmt. Dieses Porenvolum beträgt ungefähr 35 % im Durchschnitt; es verbliebe also ein Volum von 650 Liter Boden, die ein Gewicht von 1625^{kg} repräsentiren.

1) Schweisssand, ein vielfach unmittelbar der undurchlässigen Flinzschichte aufgelagerter, feiner, glimmerreicher Sand.

2) Vom essigsauren Strychnin ist das Moleculargewicht mit Rücksicht auf das Krystallwasser nicht bestimmt.

Digitized by Google

Die Gewichtsmenge von schwefelsaurem Strychnin, die ein solcher Boden in sich aufnehmen kann, sei nur circa 0,20 Gewichtsprocent; 1625 kg Boden können dann bis 2,25 kg Strychnin in sich aufnehmen, das ist eine Menge, die — bei einer Dosis toxica des Strychninsulfats von 0,03 g — zur Vergiftung von über 100000 Menschen hinreichen würde.

Was nun für diesen Repräsentanten der Alkaloide, das Strychnin, gilt, konnte ich für eine Reihe anderer Körper constatiren; Chinin als schwefelsaures Salz, Morphin und Atropin in ihren Sulfaten, ferner Pyridin und schwefelsaures Pyridin, Piperidin und salzsaures Piperidin, schwefelsaures Chinolin und salzsaures Cinchonin wurden ebenfalls ihren Lösungen durch den Boden entzogen.

Für Chinin wurde auch die quantitative Seite der Frage, ähnlich wie für das Strychnin, mit folgendem Resultate geprüft.

	Mittelsand	
	310 g Kies	200 g Schweisssand
Chininreaction im Filtrate nach Aufgiessen von ccm einer Lösung von Chinin sulfur. 0,1 % ($2[C_{20}H_{24}N_2O_2]SO_4H_2 + 5H_2O$) . .	480	530
Darin enthalten vom Chininsalz grm . . .	0,48	0,53
Darin enthalten reines Chinin grm	0,35	0,38
Von 100 g Boden werden zurückgehalten Chinin sulf.	0,15	0,26
Von 100 g Boden werden zurückgehalten Chinin	0,11	0,19

Auf 1 cbm Boden würde unter obiger Voraussetzung ca. 1,6 kg Chinin entfallen.

Aehnliche Versuche wurden sodann mit den Sulfaten des Atropins und des Morphins angestellt. Bei diesen Versuchen wurde dem Boden 0,15 Gewichtsprocent reinen Morphins und 0,16 Gewichtsprocent reinen Atropins einverleibt, ohne dass hiermit die Grenze erreicht worden wäre.

Bei diesen Versuchen ist es jedoch nicht gleichgültig für die Menge der vom Boden aufzunehmenden Stoffe, in welcher

Digitized by Google

Weise die Einverleibung in den Boden erfolgt. In Uebereinstimmung mit den englischen Untersuchungen Frankland's über intermittirende Filtration und mit den Versuchen Kühn's, hat sich ergeben, dass ein allmähliches Aufgiessen der Salzlösungen das Erscheinen des Giftes im Filtrate für längere Zeit verhindert, als wenn man dieselbe Quantität mit einemmale rasch den Boden durchfliessen lässt, oder wenn man gar den Boden in ein bestimmtes Quantum dieser Lösung einschüttet.

Es werden zwei Röhren mit gleichen Quantitäten (600 ^{g}) Mittelsand gefüllt und eine 1 procentige Strychninsulfatlösung in verschiedener Geschwindigkeit aufgegossen.

Röhre I. Die Lösung wird allmählich, zu je 10 ^{ccm} aufgegossen. Im Filtrat erscheint Strychnin, nachdem 330 ^{ccm} aufgegossen wurden; es wurden 330 ^{ccm} = 3,3 ^{g} Strychnin sulf. = 0,54 % zurückgehalten.

Röhre II. Die Lösung wird schnell zu je 100 ^{ccm} aufgegossen. Im Filtrat erscheint Strychnin, nachdem 200 ^{ccm} aufgegossen wurden; es wurden also weniger als 2,0 ^{g} Strychnin sulf., weniger als 0,33 % zurückgehalten.

Es wird in dem zweiten Versuch die Zahl 2,0 ^{g} resp. 0,33 % wahrscheinlich als viel zu hoch noch angesehen werden müssen; die genaue Grenze müsste durch Variiren der Mengen der zuzusetzenden Flüssigkeit noch festgestellt werden. Mit Rücksicht darauf jedoch, dass sich auch schon auf diese Weise eine erhebliche Differenz (39 %) constatiren liess, wurde dieser Versuch nicht weiter fortgesetzt.

Analog war das Resultat eines zweiten Versuches, der freilich zur Entscheidung einer andern Frage angestellt worden war und später noch discutirt werden soll. In 5 Kolben wurden gleiche Quantitäten Strychninlösung von wechselnder Concentration gebracht und zu diesen gleiche Quantitäten unseres Bodens geschüttelt, die Flaschen einige Tage stehen gelassen, nicht ohne von Zeit zu Zeit umgeschüttelt zu werden.

Digitized by Google

Inhalt des Kolbens — Boden	50g Grobsand		50g Mittelsand			
Strychninlösung	20ccm 0,1%	20ccm 0,5%	20 0,1%	20 0,5%	20 1,0%	20 1,4%[1]
Quantität des vorhandenen Strychninsulfats	0,02g	0,1g	0,02g	0,1g	0,2g	0,28g
Quantität des reinen Strychnins	0,0156	0,078	0,016	0,078	0,156	0,218
Auf 100g Boden entfallen grm Strychninsulfat	0,04	0,2	0,04	0,2	0,04	0,56
Auf 100g Boden entfallen grm reines Strychnin	0,03	0,15	0,03	0,15	0,31	0,43
Strychninreaction in der Flüssigkeit	0	vorhanden	0	vorhanden	vorhanden	vorhanden

In den Versuchen auf S. 298 bei Mittelsand war das Procentverhältnis des zurückgehaltenen Strychnins zum Boden gleich 0,42, in diesem Versuche war bei 0,15 bereits die Grenze überschritten.

So weit diese Vorgänge hier geschildert wurden, stehen sie vollkommen im Einklang mit den bei der Bodenabsorption gefundenen Thatsachen, und es ergaben sich im Verlaufe der Untersuchung noch einige Momente, die diese Annahme, dass wir es hierbei — in erster Linie wenigstens — mit einer Absorption zu thun haben, erheblich stützen.

Analog dem Schicksal derjenigen Salze, deren Basen vom Boden absorbirt werden (Kali-Ammoniumsalze), tritt auch bei den Alkaloidsalzen eine Zerlegung ein, indem sich die Säure abspaltet, und (zum grossen Theil wenigstens) an Kalk gebunden, ins Filtrat übergeht. Das zeigt schon der qualitative Nachweis bei Anwendung solcher Säuren, die aus dem Boden selbst nicht ausgewaschen werden können (Schwefelsäure, Salzsäure), das zeigt auch der quantitative Nachweis, indem man nach Aufgiessen einer bestimmten Menge eines Alkaloidsalzes durch Auswaschen genau diejenige Menge der Säure gewinnen kann, die in der aufgegossenen Quantität vorhanden war, ohne dass sich eine Spur der Alkaloide im Filtrate vorfand.

Es wurde ein solch quantitativer Versuch mit einer 0,5 proc. Lösung von Morphium muriaticum gemacht. Der Boden, durch den die Lösung filtrirte, war hier sowie in allen Versuchen sorg-

1) Vgl. S. 296.

Digitized by Google

fältig ausgewaschen und das Filtrat als frei von Chlor nachgewiesen; es wurden nun je 10 ccm dieser Lösung aufgegossen, nach jedesmaligem Aufgiessen von 10 ccm wurde die Bodensäule mit destillirtem Wasser so lange ausgewaschen, bis sich keine Chlorreaction mehr zeigte. In diesem Wasser wurde sodann durch Titrirung mittels salpetersaurem Silberoxyd der Chlorgehalt bestimmt, der dann stets dem in 10 ccm der Atropinlösung gefundenen entsprach. Bei diesen Versuchen war die Reaction des Filtrats — infolge des Gehalts des Bodens an kohlensaurem Kalk — stets alkalisch.

Ein weiterer directer Beweis, dass das Strychnin, resp. die Alkaloide vorerst im Boden nur zurückgehalten, absorbirt und nicht zerstört werden, lag in dem Nachweise derselben im Boden. Es gelang, durch bestimmte Lösungsmittel dem Boden das resp. die Alkaloide wieder zu entziehen. Es ist selbstverständlich, dass das Wasser hierfür kein geeignetes Lösungsmittel ist, wird ja doch der wässerigen Lösung eben das Strychnin entzogen. Wird jedoch ein solcher mit Strychninlösung behandelter Boden getrocknet (an der Luft oder bei nicht zu hohen Temperaturen) und sodann mit Aether oder Alkohol oder Chloroform extrahirt, so lässt sich in diesem Extract Strychnin und zwar reines Strychnin wieder nachweisen und so also wieder aus dem Boden entfernen. Ganz entsprechend der bereits erwähnten Thatsache, dass sich bei der Absorption die Säure abspaltet, zeigt auch die Verwendbarkeit dieser verschiedenen Stoffe als Lösungsmittel, dass wir es bei diesen Absorptionsversuchen in dem Boden nicht mehr mit dem ursprünglichen Strychninsalze zu thun haben, das schwefelsaure Strychin ist z. B. in Aether und Chloroform vollkommen unlöslich; das Strychnin kann also, da es durch diese beiden Stoffe extrahirt wird, nicht in dieser schwefelsauren Verbindung im Boden vorhanden sein.

Endlich liess sich das Strychnin auch durch verdünnte Säuren aus dem Boden extrahiren.

Es schien mit Rücksicht auf gewisse hygienische und forensische Gesichtspunkte nicht unwichtig auch noch durch das physiologische Experiment den Nachweis des Strychnins im Boden,

Digitized by Google

und den Nachweis seiner Giftwirkung in diesem Zustande zu liefern. Die Vergiftungsversuche, die mit solchem strychninhaltigen Boden an Mäusen angestellt wurden, bewiesen dass das Gift nicht bloss vorhanden war, sondern in einem, recht losem Zusammenhange mit dem Boden sich befand. Brachte man nämlich weissen Mäusen per os etwas von diesem Boden bei, so gingen sie, je nach der Quantität der eingebrachten Mengen in kürzerer oder längerer Zeit zu Grunde.

Es sei hier nochmals zurückzukommen auf die oben S. 301 beschriebenen Versuche, bei denen der Boden in die Strychninlösung eingebracht wurde. Diese Versuche hatten den Zweck, die Wirkung der atmosphärischen Luft, wie sie bei der intermittirenden Filtration (beim Aufgiessen), zur Geltung kommen kann, auszuschliessen. Es ist diese Einwirkung der Luft für gewisse, später zu berücksichtigende Zersetzungsvorgänge von grosser Bedeutung, während sie bei der Absorption allein keine Rolle zu spielen scheint, und es lag also in dem dortigen Versuchsresultat, bei welchem das Strychnin in einzelnen der Kolben aus der Flüssigkeit verschwunden war, ohne dass es wesentlich der Mithilfe der im Boden enthaltenen Luft, der Porosität des Bodens bedurft hätte, ein indirecter Beleg hierfür, dass dieser Vorgang in der Absorption seinen Grund habe.

Wenn wir nun das Resultat dieser Versuche resumiren, so finden wir: der Boden besitzt wohl eine ganz mächtige, absorbirende Fähigkeit gegenüber organischen Giften; er ist im Stande durch lange Zeit Flüssigkeiten, denen gelöste Gifte beigemengt sind, frei von diesen Giften abfliessen zu lassen, aber nicht ohne dieselben in sich aufzustapeln und so zu einem Giftreservoir zu werden. Von diesem Gesichtspunkte aus wäre also diese reinigende Thätigkeit des Bodens nur eine einseitige und sehr beschränkt. Allein es ist bei diesen Versuchen zu bedenken, dass sich dieselben stets nur auf eine ganz kurze Zeit, höchstens einige Tage beschränkten, und dass, um ein entscheidendes Urtheil über die Vorgänge im Boden zu gewinnen, man dieselben durch längere Zeit verfolgen müsste. Auch liegt ja die Beobachtung Falk's vor, dass ein Boden, der bereits seine Fähigkeit, reini-

Digitized by Google

gend, absorbirend zu wirken, verloren hatte, nach einiger Zeit diese Fähigkeit wieder erlangte.

Von dieser Rücksicht geleitet, wurden diese Versuche in der Weise fortgesetzt, dass das Aufgiessen der giftigen Lösungen in viel längeren Zwischenräumen erfolgte. Von jenem Zeitpuncte an, von dem aus das Aufgiessen der Giftlösung sistirt wurde, wurde der Boden allmählich mit Wasser ausgewaschen und das Filtrat sodann gesammelt und ausser auf das jeweilige Gift auch auf gewisse Zersetzungsproducte desselben untersucht. Da wir es hier mit stickstoffhaltigen Körpern zu thun hatten, so war das Augenmerk hauptsächlich auf die beiden Endproducte der Umwandlung solcher Körper auf Salpeter- resp. salpetrige Säure und auf Ammoniak gerichtet (im Anschluss an meine früheren Versuche).

Ein solcher durch circa 6 Monate fortgesetzter Versuch führte nun zu folgendem Ergebnisse.

Höhe der Bodensäule circa 0,8 m	I. Mittelsand 585 g	II. Mittelsand 603 g	III. Grobsand 651 g	IV. Grobsand 656 g
Täglich aufgegossen 10 ccm einer Lösung von . . .	Str. sulfur. 0,1 %	Str. sulfur. 1 %	Str. acet. 0,1 %	Str. acet. 1 %
am 5. Tag, nachdem 50 ccm aufgegossen waren . . .			die Flüssigkeit tropft bereits ab, deutliche HNO_3-Reaction	
am 7. Tag, nachdem 50 ccm aufgegossen	die Flüssigkeit tropft ab, HNO_2-Reaction			
am 12. Tag, nachdem 120 ccm aufgegossen	HNO_3-Reaction im Filtrat		keine HNO_3-, nur HNO_2-Reaction im Filtrat	
am 18. Tag, nachdem 180 ccm aufgegossen waren . . .	überall HNO_3 im Filtrat nachzuweisen			

Es lässt sich aus dieser, bloss qualitativen Bestimmung bereits die Vermuthung anstellen, dass auch diese stickstoffhaltigen Alkaloide, ähnlich wie die stickstoffhaltigen Ausscheidungsproducte, die sich in unseren Kanälen vorfinden, im Boden eine Umwandlung und Zersetzung erleiden, die bis zu den letzten Oxydationsproducten führt und so den Stickstoff mineralisirt. Um jedoch genauere Anhaltspunkte hierfür zu gewinnen, ist es nöthig, die Frage **quantitativ** zu behandeln, und die Menge dieser Oxydationsproducte mit

Digitized by Google

der Menge der eingeführten stickstoffhaltigen Körper zu vergleichen. Zuvor muss aber die Gewissheit vorliegen, dass nicht etwa aus dem zu den Versuchen verwendeten Boden allein derartige Producte sich abspalten oder gebildet werden. Diesem Einwand wurde in der Weise begegnet, dass stets eine Controlröhre mit demselben Kies (der ja vor allen Versuchen sorgfältig ausgewaschen worden war) gefüllt und mit reinem, vorher behufs Entfernung des etwa absorbirten Ammoniaks stets ausgekochtem, destillirtem Wasser ganz ähnlich behandelt worden war, wie die anderen Röhren mit den betreffenden Lösungen; die Abwesenheit der Nitrite und Nitrate im Filtrate dieser Controlröhre bewies dann, dass diese Stoffe weder aus dem Versuchsboden selbst stammten, noch auch aus dem Stickstoff der Luft, der vom Boden hätte absorbirt werden können.

Die nach dieser Richtung angestellte Versuchsreihe (eine Fortsetzung der in der obigen Tabelle angeführten Versuche) ergab nun folgende Resultate.

	I. Mittelsand 585 ^{g}	II. Mittelsand 603 ^{g}	III. Grobsand 651 ^{g}	IV. Grobsand 656 ^{g}
Menge der in 30—60 Tagen aufgegossenen Lösungen . . .	800 ^{ccm} Str. sulf. 0,1 %	330 ^{ccm} Str. sulf. 1 %	750 ^{ccm} Str. acet. 0,1 %	310 ^{ccm} Str. acet. 1 %
Reaction auf Salpetersäure . .	am 12. Tage		am 18. Tage	
Menge der Salpetersäure im Filtrat nach 107 Tagen . . .	108,6 ^{mg}	quant. nicht bestimmbar	98,8 ^{mg}	quant. nicht bestimmbar
Menge der Salpetersäure im Filtrat nach weiteren 60 Tagen .	7,5 ^{mg}	quant. nicht bestimmbar	5,19 ^{mg}	46,2 ^{mg}
Gesammtmenge d. Salpetersäure im Filtrat nach 167 Tagen .	116,1 ^{mg}	quant. nicht bestimmbar	103,99 ^{mg}	46,2 ^{mg}

Dieses Resultat ist in mehrfacher Beziehung beachtenswerth. Es führt vor allem auch wieder zu dem Schluss, dass dieser Salpetergehalt des Filtrats nicht etwa dem Boden an sich, sondern den eingeführten stickstoffhaltigen Körpern entstammen müssen, da sich sonst weder die Differenzen in dem zeitlichen Auftreten, noch weniger aber die Menge der Nitrate erklären liesse; sodann sehen wir, dass dieselben Bedingungen, die ich für die Nitrification des Harns im Boden als maassgebend nachgewiesen habe,

Digitized by Google

auch für diese complicirten Körper ihre Geltung behalten. Die grössere Concentration der Lösung wirkt auch hier hemmend ein und die Differenzen in der Porosität des Bodens gaben sich auch kund in der Zeit, in der die Nitrification ihren Ablauf nimmt.

Es ist übrigens werthvoll, die quantitative Untersuchung auch noch so weit auszudehnen, dass man vergleicht, wie viel von dem in den aufgegossenen Alkaloiden vorhandenen Stickstoff in dieser veränderten Form wieder erschien. Nach der oben auf S. 296 gegebenen Zusammensetzung des schwefelsauren Strychnins $2\,(C_{21}H_{22}N_2O_2)SO_4H_2 + 5\,H_2O$ mit dem Moleculargewicht von 856 beträgt der Stickstoffgehalt desselben 6,5 %.

Beim essigsauren Strychnin muss an das in Anmerkung S. 298 Gesagte erinnert werden; es haben die hierbei angeführten Zahlen nur annähernden Werth, indem von dem willkürlich angenommenen Extrem einer Alternative von 0 H_2O und 10 H_2O ausgegangen wurde.

Wir erhalten also folgendes Vergleichsresultat:

	I. Mittelsand 585 g	II. Mittelsand 603 g	III. Grobsand 651 g	IV. Grobsand 656 g
Quantität der aufgegossenen Lösung	800 ccm Str. sulf. 0,1 %	330 ccm Str. sulf. 1 %	750 ccm Str. acet. 0,1 %	310 ccm Str. acet. 1 %
Quantität des absorbirten Strychnins	0,8 g Str. sulf.	3,3 g Str. sulf.	0,75 g Str. acet.	3,1 g Str. acet.
In demselben reiner Stickstoff	52 mg	214 mg	36—53 mg	151—200 mg
Nach 167 Tagen nachgewiesene Salpetersäure (N_2O_5)	116,1 mg	—	104 mg	46,2 mg
In derselben reiner Stickstoff	30,1 mg	—	27 mg	12 mg
Der Stickstoff der Nitrate beträgt vom Sticktoff des Strychnins	57,8 %	—	im Minimum 51 %	6—14 %

Es haben sich also innerhalb einer bestimmten Zeit an 60 % der absorbirten Strychninmenge im Filtrate wieder nachweisen lassen, aber in einer Form, die als für die Gesundheit vollständig indifferent betrachtet werden kann, es erfolgt die Umwandlung in einen Körper, der den Boden rasch verlässt, so dass auf diesem Wege eine vollständige Reinigung des Bodens wieder zu erfolgen

Digitized by Google

vermag und der Boden wieder in die Lage kommt, als neues Reinigungsmaterial zu dienen. Es scheint damit die Thatsache einer Selbstreinigung des Bodens auch für complicirte, höher zusammengesetzte Körper, als das Ammoniak und die Amide sind, erwiesen, wenn sie auch an gewisse Bedingungen geknüpft ist.

Es schien angezeigt, diese Versuche, wenn auch nicht in ihrer Vollständigkeit, auch mit anderen Körpern dieser Gruppe zu wiederholen, schien es auch nicht wahrscheinlich, dass sich im Ablauf dieser Erscheinungen wesentliche Differenzen zeigen würden. Und doch ergaben sich bei vergleichenden Versuchen einige nicht unbedeutende Unterschiede.

Es wurde der Versuch zunächst mit Chininsulfat wiederholt. 270 g Mittelsand werden in eine Röhre gefüllt und successiv 100 ccm einer 2 proc. Chininlösung aufgegossen; das Filtrat, das schwach alkalisch reagirt und in dem sich Schwefelsäure nachweisen lässt, ist frei von Chinin.

Während sich aber unter diesen Umständen beim Strychnin nach circa 18 Tagen bereits Nitrate im Filtrat nachweisen liessen, waren sie hier nach 2 Monaten noch nicht zu constatiren, dagegen zeigte sich ein anderes stickstoffhaltiges Endproduct in dem Filtrate in grosser Menge, und zwar Ammoniak.

Die verschiedenen, auf dieses Verhalten hin geprüften Alkaloide zeigten nun, durch eine gleich hohe Bodensäule filtrirt, folgende Differenzen: (vgl. Tabelle auf S. 308).

Wir ersehen aus dieser Tabelle, dass der Stickstoff aller vom Boden absorbirter Alkaloide schliesslich als Endproduct in Form von Nitraten (und wohl Nitriten) erscheint, dass aber der Ablauf dieser Umwandlung verschiedenartig erfolgt und wir können weiterhin den Schluss ziehen, dass unter den Vorstufen, die die Nitrification im Boden besitzt, das Ammoniak eine wesentliche Rolle spielt. Ja es scheint nicht unwahrscheinlich, dass aus diesen stickstoffhaltigen Körpern überhaupt zuerst Ammoniak gebildet wird, welches sodann erst eine Umwandlung in Nitrate erfährt. In manchen Fällen scheint diese Umwandlung des Ammoniaks in Nitrite und Nitrate sofort oder wenigstens ziemlich rasch zu erfolgen, so dass diese beiden Körper neben einander nachgewiesen

Digitized by Google

		Atropin. sulfur.	Chinin. sulfur.	Chinolin. sulfur.	Cinchonin. muriat.	Morphin. sulfur.	Piperidin. muriat.	Pyridin. sulfur.	Strychnin. sulfur.
		50 ccm 0,5 %	100 ccm 0,2 %	50 ccm 0,125 %	50 cbm 0,5 %	100 ccm 0,5 %	50 ccm 0,125 %	50 cbm 0,5 %	100 ccm 1 %
am 8. Tage.	Salpetersäure-Reaction	θ	θ	θ	θ	θ	θ	θ	θ
	Ammoniakreaction	θ	zieml. stark	zieml. stark	schwach	deutlich	stark	Spuren	Spuren
am 15. Tage.	Salpetersäure-Reaction	θ	θ	—	—	θ	—	—	θ
	Ammoniakreaction	θ	deutlich	—	—	schwach	—	—	θ
am 20. Tage.	Salpetersäure-Reaction	θ	—	—	θ	θ	—	θ	deutlich
	Ammoniakreaction	Spuren	—	—	schwach	Spuren	—	Spuren	θ
am 25. Tage.	Salpetersäure-Reaction	θ	θ	—	—	—	—	—	stark
	Ammoniakreaction	deutlich	stark	—	—	—	—	—	θ
am 30. Tage.	Salpetersäure-Reaction	θ	—	θ	—	stark	θ	—	—
	Ammoniakreaction	schwach	—	deutlich	—	θ	stark	—	—
am 50. Tage.	Salpetersäure-Reaction	—	—	sehr stark	deutlich	—	—	stark	—
	Ammoniakreaction	—	—	θ	θ	—	—	θ	—
am 60. Tage.	Salpetersäure-Reaction	θ	θ	—	—	stark	stark	—	—
	Ammoniakreaction	stark	stark	—	—	θ	stark	—	—
am 80. Tage.	Salpetersäure-Reaction	—	—	—	—	—	—	stark	—
	Ammoniakreaction	—	—	—	θ	—	—	θ	—
am 150. Tage.	Salpetersäure-Reaction	—	stark	sehr stark	stark	—	stark	stark	—
	Ammoniakreaction	—	θ	Spuren	θ	—	θ	θ	—
					0,855 mg N.		1,25 mg N.		

werden können, oder sogar das Ammoniak sofort verschwindet, in manchen Fällen aber scheint erst der stickstoffhaltige Körper sich vollständig in Ammoniak umwandeln zu müssen, bevor sodann die Nitrification eingeleitet werden kann.

Die Gründe für diese Differenzen dürften wohl weniger in der chemischen Constitution der betreffenden Körper, als vielmehr in ihrer Einwirkung auf Organismen zu suchen sein. Die Erscheinung der Nitrification darf wohl auf die Mitwirkung von Organismen zurückzuführen sein (vgl. die Arbeiten von Schlösing u. Müntz, Warrington u. mir) und da ist es nicht undenkbar, dass gewisse dieser Gifte, von denen einzelne (wie z. B. Chinin, Chinolin) als der Lebensthätigkeit niedriger Organismen feindlich gegenüberstehende erkannt sind, auch die die Nitrification einleitenden Organismen in ihrer Lebensthätigkeit zu hemmen vermögen und dass diese Nitrification so lange hintangehalten wird, so lange diese Gifte noch als solche unverändert im Boden vorhanden sind, oder so lange sie nicht bis zu jenem Grade zersetzt sind, in welchem sie ob der geringen Concentration ihre Wirkung eingebüsst haben.

Folgender Versuch könnte hierfür sprechen. Eine 1 proc. Lösung von Chlorammonium wurde einmal allein, sodann mit einem Zusatz solcher Gifte unter sonst gleichen Verhältnissen durch Boden filtrirt und der Zeitpunkt, in welchem die Nitrification sich einzustellen begann, notirt. Das Resultat war folgendes:

	Chlorammonium 0,1 %	Chlorammonium 1 %	Chlorammonium 1 % Pyridinsulfat 0,125 %	Chlorammonium 1 % Chinolinsulfat 0,125 %
Nachweisbarkeit von Nitraten	am 15. Tage	am 35. Tage	am 55. Tage	am 82. Tage

Ohne diesem Versuche eine entscheidende Bedeutung beilegen zu wollen, da derselbe nicht ausreichend alle mit in Frage kommenden Momente berücksichtigt, sei er doch hier angeführt

Digitized by Google

als ein Hinweis auf die Möglichheit, die Frage auf diesem indirecten aber leicht einzuschlagenden Wege zu lösen.

Die bisher dargelegten Versuche und ihre Ergebnisse beschränkten sich ausschliesslich auf eine Bodenart, die als Repräsentant des kiesigsandigen Alluvialbodens für die Frage der Berieselung und Bodenfiltration in Betracht kommen.

Um der Frage auch nach einer anderen Richtung gerecht zu werden und um an ein ebenfalls bereits in der Praxis eingeführtes Verfahren anzuknüpfen, wurde noch mit einer Bodenart organischer Provenienz, mit Torf experimentirt. Die organischen Substanzen des Kiesbodens, besonders soweit mit denselben auch Organismen vergesellschaftet sind, spielen bei den bereits geschilderten Vorgängen eine nicht unwesentliche Rolle, und so schien es erwünscht, eine Bodenart zu prüfen, die fast ausschliesslich aus organischer Substanz besteht. Freilich liess die durchaus verschiedene physikalische Beschaffenheit des betreffenden Materials wesentliche Differenzen in dem Ablauf der Erscheinungen erwarten. Das zwar ebenfalls sehr poröse, dabei aber ausserordentlich hygroskopische und quellbare Material musste wohl jenen Vorgängen, bei denen die Mithilfe des Sauerstoffs zur grösseren Bedeutung gelangt, eine andere Directive geben. Die Art und Weise, wie der Torf zu diesen Versuchen verwendet wurde, war der bei dem Kiesboden angewendeten analog. Der Torf wurde gepulvert, ausgewaschen, an der Luft getrocknet und gesiebt; das dem Mittelsand entsprechende Product wurde dann in Röhren eingefüllt.

Bei der grossen Aufnahmsfähigkeit des Torfs für Flüssigkeiten war es nur selbstverständlich, dass auch die Absorption eine grössere war; bei einem Gehalt von 4,40 Gewichtsprocent Strychnin sulfur. oder 3,52 Gewichtsprocent reinen Strychnins war die Absorptionsfähigkeit des Torfes noch lange nicht erschöpft. Es liess sich auch hier, sowohl durch Extraction mit Chloroform, als auch durch das Thierexperiment nachweisen, dass, wenigstens in der ersten Zeit, das Gift wirklich im Torf vorhanden war.

Digitized by Google

Bei der Frage nach dem weiteren Schicksal der absorbirten Stoffe bot die Lösung einige Schwierigkeiten. Wir wissen, dass im Torf unter Umständen Zersetzungsvorgänge auftreten, die zur Bildung von Producten führen, analog denen, die als Zersetzungsproducte der von uns angewendeten Stoffe auftreten. So wird aus den Schwefelverbindungen des Torfes bei langem Stehen unter Wasser Schwefelwasserstoff gebildet und aus dem Stickstoff des Torfes, dessen Gehalt in dem von mir verwendeten Torf durch Verbrennung mit Natronkalk auf 2,40—3,16 % bestimmt wurde, kann sich unter denselben Umständen auch Ammoniak bilden. Es wurde deshalb stets unter Anstellung gewisser Cautelen experimentirt, indem gleichzeitig durch je eine Probe desselben Torfs einmal reines Wasser, sodann auch eine Kalihydratlösung von 1 % und 0,1 % filtrirt wurde, um die Gewissheit zu gewinnen, dass sich nicht bereits auf diesem Wege ein stickstoffhaltiges Endproduct zeige. Erst wenn die betreffende Torfprobe diese Reaction nicht gab, wurde der Versuch mit dem Alkaloid gemacht. Auch die Absorption des etwa in der Luft gasförmig vorhandenen Ammoniaks musste durch geeignete, mit Schwefelsäure gefüllte Vorlagen verhindert werden. Da zeigte es sich denn mit grosser Constanz, dass die vom Torf absorbirten stickstoffhaltigen Substanzen ebenfalls eine Zersetzung erleiden, und zwar dass sich aus demselben Ammoniak bildet, welches sich sowohl qualitativ als auch quantitativ nachweisen lässt. Diese offenbar mit der reducirenden Wirkung des Torfes im Zusammenhange stehende Eigenthümlichkeit erstreckte sich aber auch auf solche stickstoffhaltige Verbindungen, die den Sauerstoff in Form von Nitraten bereits enthalten. Auch hier wird beim Filtriren Ammoniak abgespalten.

Dabei gestalteten sich diese Verhältnisse in analoger Weise, ob wir es mit dem gewöhnlichen Torf zu thun hatten, dem durch längeres Auswaschen mit Wasser nur die im Wasser löslichen Salze entzogen worden waren, oder ob er durch sorgfältiges Auswaschen mit concentrirter und verdünnter Salzsäure so ziemlich aller mineralischen Bestandtheile beraubt war und also fast ausschliesslich aus organischen Stoffen sich zusammensetzte. Im letzteren Falle ergab sich nur als Differenz, dass, während das Filtrat des mit

Digitized by Google

Wasser ausgewaschenen Torfes nach Aufgiessen der Alkaloidlösung schwach alkalisch reagirte, dasselbe beim mit Salzsäure gewaschenen Torfe eine stark saure Reaction zeigte. An dieser Säurereaction trug nicht etwa das mangelhafte Auswaschen des Torfes schuld; denn die Säure war nicht die zum Auswaschen verwendete Salzsäure, sondern die jeweilige, mit dem Alkaloid verbundene Säure, die auf ihrem Wege durch den Torf abgespalten wurde.

Wir wollen zur Beurtheilung dieser Verhältnisse einige Beispiele in nachfolgender Tabelle anführen. Die Ammoniakbestimmung erfolgte als Platinchloridammoniak, nachdem vorher die Abwesenheit eines Alkaloids im Filtrate nachgewiesen worden war.

	Torf mit Wasser gewaschen		Torf mit Salzsäure gewaschen	
	82 g	83 g	85 g	63 g
Beschaffenheit u. Menge der aufgegossenen Flüssigkeit	salpetersaures Kali 90 ccm 1 %	schwefels. Strychnin 100 ccm 0,5 %	salpeters. Kali 90 ccm 1 %	schwefels. Strychnin 90 ccm 0,5 %
Menge des im Filtrat als Ammoniak gefundenen Stickstoffs nach 20 Tagen . .	0,0211 g	0,002	0,036	0,020
Menge des in der aufgegossenen Flüssigkeit enthaltenen Stickstoffs	0,124	0,0327	0,124	0,0294
Verhältnis des als Ammoniak im Filtrat gefundenen Stickstoffs	17 %	6,1 %	29 %	67 %

Es ist aus diesen Versuchen ersichtlich, dass die reinigende und reducirende Kraft des Torfes eine ziemlich grosse ist, es muss aber hinzugefügt werden, dass andrerseits die Gifte auch wieder recht lange im Torfe nachzuweisen waren und das war in jenen Fällen, wo der Versuch abgebrochen worden war und die Filtration nicht weiter fortgesetzt wurde. In jenen Fällen also, wo die in der Röhre befindliche Torfmasse ruhig mit der absorbirten Flüssigkeit stehen blieb, schritt die Zersetzung nur langsam fort, während sie im Kiesboden in solchen Fällen rasch beendet worden war.

Digitized by Google

Hervorzuheben ist auch noch, dass es mir beim Torf nicht gelang, eine Nitrification der stickstoffhaltigen Substanzen herbeizuführen, auch dann nicht, wenn ich während der Versuche Luft durch den Torf hindurchleitete, oder wenn ich diese Versuche bei erhöhter Temperatur von 30—36 ° C. vornahm.

Die Thatsache, dass auch die organischen Substanzen des Torfes allein eine so zersetzende Wirkung auf die stickstoffhaltigen Substanzen ausüben, die nach der Tabelle von voriger Seite noch grösser zu sein scheint, als die des von seinen Salzen nicht befreiten Torfs, führte dazu, auch Rücksicht zu nehmen auf einen Körper, der als Gase und Flüssigkeiten absorbirendes und deshalb desinficirendes Mittel seit längster Zeit in Anwendung kam — auf die Kohle. Es war nicht unwahrscheinlich, dass in der Kohle ebenfalls nicht bloss eine Absorption, sondern auch eine Zersetzung und Zerstörung der absorbirten Stoffe erfolge. Es ist bekannt, dass die Kohle das Jod seiner Lösung entzieht, dass sie verschiedene Metallsalze, namentlich basische, in der Weise zu zersetzen vermag, dass sie aus denselben die Oxyde fällt. Liebermann [1]) fand eine durch Thierkohle herbeigeführte Zerlegung der Salze, so dass im Filtrate freie Säure nachweisbar war: bei fettsaurem Salze, bei essigsaurem Morphium und citronensaurem Coffein, bei borsaurem Natrium, Trinitriumphosphat, Dinitriumhydrophosphat, bei schwefelsaurem Eisenoxydul und schwefelsaurem Kupferoxyd.

Die Versuche, die ich in dieser Richtung anstellte, kämpften vorerst mit der Schwierigkeit, ein Material darzustellen, welches einwurfsfreie Resultate gegeben hätte. Denn wurde aus Knochen gewonnene Thierkohle noch so sorgfältig längere Zeit mit Salzsäure und Wasser ausgewaschen so ergab in kurzer Zeit doch wieder das Filtrat mit Nessler'schem Reagens eine mehr oder weniger starke Reaction.

Es gelang endlich, ein tadelloses Versuchsmaterial herzustellen, in der Weise, dass die gut ausgewaschene und von aller Säure befreite Kohle in Glasröhren gefüllt wurde und dieselben dann

1) Ueber die Einwirkung der Thierkohle auf Salze. Sitzungsbericht d. k. k. Akademie d. Wissenschaften, Wien 1877.

Digitized by Google

unter Durchleiten von Wasserstoff im Verbrennungsofen ausgeglüht wurden. Die Glasröhren, in denen dieses Ausglühen vorgenommen wurde, dienten gleichzeitig zu den Versuchen und durch eine mit Schwefelsäure gefüllte Vorlage wurde auch dafür gesorgt, dass aus der beim Abkühlen hinzutretenden Luft keinerlei Ammoniak absorbirt werden konnte.

Bei einer derartigen Versuchsanordnung erwies sich durch Aufgiessen von reinem ausgekochten destillirten Wasser das Filtrat als vollkommen ammoniakfrei, während nach Aufguss von Alkaloidlösung schon am 3. bis 4. Tage sich im Filtrate Ammoniak in grossen Quantitäten zeigte.

Hiermit war für die in der Kohle stattfindende Zersetzung der absorbirten Alkaloide der Beweis geliefert, ausserdem aber auch gezeigt, dass diese Umwandlung in Ammoniak, im Gegensatz zu der Nitrification, nicht durch niedere Organismen vermittelt werde. Es lässt sich dieser Vorgang wohl in Parallele stellen mit der Reduction, die, gewissen Metallsalzen durch Kohle entzogene Basen bei längerer Einwirkung der Kohle erleiden (Heintz[1]). Dieser Autor schreibt die reducirende Wirkung dem Wasserstoffgehalt der Kohle zu. In unseren Versuchen war nun allerdings dieser auch noch künstlich zugeführt worden. Dass aber diese künstliche Zufuhr hier nicht ausschliesslich maassgebend gewesen, ging aus Versuchen hervor, in denen Kohle, die nicht mit Wasserstoff behandelt worden war, dieselben Zersetzungserscheinungen hervorrief.

Stenhouse[2]) nimmt an, der in den Poren verdichtete Sauerstoff bewirke die Oxydation der organischen Substanz, was in unserem Falle kaum zutraf.

Durch diese Versuche ist nun gezeigt worden, dass es in der That auch eine Selbstreinigung des Bodens gibt, die jedoch an gewisse Bedingungen geknüpft ist und die wir an der Hand der hier und an anderen Orten dargelegten eigenen Versuche, sowie mit Rücksichtnahme auf die in diesem Kapitel citirten, anderweitigen Arbeiten resumiren wollen.

1) Annalen d. Chemie u. Pharmacie Bd. 187 S. 2.

2) Annalen d. Chemie u. Pharmacie Bd. 90.

Digitized by Google

1. Vor allem gehört hiezu ein geeigneter Boden, der eine Filtration überhaupt ermöglicht, der aber doch nicht so durchässig ist, dass die Flüssigkeit den Boden zu rasch durchdringt und zu wenig von derselben innerhalb der Bodenporen zurückbleibt. Der Boden muss also neben der Absorptionsfähigkeit auch eine gewisse Wassercapacität besitzen, um die genügenden Mengen der Flüssigkeit in sich zurückzuhalten, andererseits aber auch genügend Luft enthalten, um die Oxydationsvorgänge zu ermöglichen; es gilt dies besonders vom Kiesboden. Beim Torf ist die Bedeutung der Luft nicht so evident, da vielleicht bei der grossen Wassercapacität und der starken Quellung alle Luft ausgetrieben wird. Eine Zersetzung erfolgt hier auch, scheint auch ziemlich rasch einzutreten, nur ist hier Rücksicht zu nehmen auf den langsamen Abfluss, den die Flüssigkeiten aus demselben nehmen.

2. Wesentlich scheint auch ein Wechsel in der Durchfeuchtung zu sein, weshalb gerade bei der intermittirenden Filtration die besten Resultate zu erreichen sind. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Intermission auch wirklich ihren Zweck erfülle, dass hierdurch genügend Zeit gewährt wird zur Beendigung des Processes, so dass die neu zugeleitete Flüssigkeit mit die Aufgabe übernehmen kann, die gebildeten Zersetzungsproducte bereits wieder auszulaugen. Sonst kann ja leicht der Fall eintreten, dass die absorbirten und nicht genügend zersetzten Stoffe sich allmählich cumuliren und zur Uebersättigung, zur Insufficienz des Bodens führen.

3. In dritter Linie haben wir Bedingungen, die in der zu reinigenden Flüssigkeit selbst liegen. Ihre Concentration muss eine entsprechend geringe sein. Nicht bloss, dass durch eine grössere Concentration die Zersetzungsvorgänge verzögert und in der Weise erschwert werden, dass die Intervalle, in denen die Filtration vorgenommen wird, grössere sein müssen, soll nicht alsbald eine Sättigung und Uebersättigung des Bodens eintreten; es kann durch eine zu grosse Concentration die Umwandlung vollständig aufgehoben werden.

Wir gelangen auf Grund dieser Thatsachen und der daran sich knüpfenden Erwägungen zu einer beruhigenden Auffassung jener Gefahren, die vielfach als dem Boden von der Kanalisation

Digitized by Google

drohende hingestellt wurden. Die Bedenken, dass der Kanalinhalt durch die angeblich nie ganz dicht zu construirenden Kanalwandungen in den Boden versickern könne, werden rasch behoben, wenn wir erwägen, welch geringe Quantitäten durch diese Wand hindurchzugehen vermögen und in welch grosser Verdünnung sie in den Boden gelangen, so dass man mit voller Zuversicht behaupten kann, sie werden von dem Boden in kurzer Zeit vollständig mineralisirt, um somehr, als in Folge der nothwendigerweise bald erfolgenden Verstopfung der Poren die allenfalls durchsickernden Quantitäten immer geringer werden. Damit stimmen auch die Versuche Wolffhügel's [1]), über den Grad der Verunreinigung, den der unterhalb der Siele befindliche Boden zu verschiedenen Zeiten zeigt, überein. Die Bodenverunreinigung unterhalb der Kanäle war eine weit geringere als in der Nachbarschaft von cementirten Abtrittgruben, zeigte aber zudem noch nach Ablauf mehrerer Jahre eine höchst bedeutende Verminderung. Und so erklärt sich auch, dass ein verunreinigter Boden im Laufe der Zeit, wenn sich an ihm jene hier angegebenen Bedingungen erfüllen, wieder nahezu vollkommen saluber werden kann.

Diese Gefahr des Durchsickerns an und für sich muss auch deshalb in die richtigen Schranken gewiesen werden, als infolge der stetigen Bewegung der Kanalflüssigkeit der Austritt der Flüssigkeiten behindert wird. Meine seinerzeit aufgestellte Behauptung, der Kanalinhalt werde auch schon deshalb, weil er in fortwährender Bewegung ist, weniger hindurchsickern lassen, wie wir dies an den nur lose verbundenen Wasserleitungsrinnen am Lande häufig genug sehen [2]), hat durch die Untersuchungen Wibel's [3]) ihre experimentelle Bestätigung gefunden. Wibel gelangt auf Grund seiner Versuche, welche die Exosmose ruhender und strömender Kochsalzlösungen durch Membranen wie durch poröse Platten und durch Combinationen beider behandeln, zu dem Resultate, dass

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 11.

2) Soyka, Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände. Hygienische Tagesfragen I. München 1880 S. 48.

3) F. Wibel, Die Aenderung der osmotischen Erscheinungen und Gesetze durch die strömende Bewegung der Flüssigkeiten. Separ.-Abdr. aus den Abhandlungen des naturwissenschaftl. Vereins von Hamburg-Altona Bd. 7 Abth. 2. 1883.

Digitized by Google

die strömende Bewegung der Sielflüssigkeiten in den Kanälen die Exosmose (Ausschwitzungen) der in ihnen gelösten Bestandtheile in sehr erheblichem Grade vermindert oder fast ganz aufhebt. Ja mit Rücksicht auf die in den Sielen herrschende Stromgeschwindigkeit und auf dem meist in erheblichem Grade vorhandenen äusseren Ueberdruck glaubt er behaupten zu müssen — eine richtige Construction der Siele vorausgesetzt —, »dass die Siele lediglich aufsaugend, nicht ausschwitzend wirken. Eine derartige Ausschwitzung, also auch Bodeninfection durch dieselbe — wie sie schon durch mancherlei andere Erfahrungen und Untersuchungen bestritten worden ist —, erfolgt deshalb gar nicht, oder nur in sehr geringem Grade, weil gemäss den Gesetzen der Osmose bei strömenden Flüssigkeiten die Exosmose (Ausschwitzung des Sielinhalts) so gut wie ganz aufgehoben wird und zwar um so vollkommener, je grösser die Stromgeschwindigkeit in den Sielen und je grösser der äussere Ueberdruck ist«.

Durch diese Reihe von Beobachtungen, Untersuchungen und Experimenten glaube ich gezeigt zu haben, dass in der Kanalisation, wenn sie von richtigen Principien ausgeht und in jener technischen Vollendung, wie sie heute erzielbar ist, ausgeführt wird, keineswegs eine schädliche Institution für unsere Städte zu erblicken ist, dass die hygienischen Vortheile, die ihr zugeschrieben werden, keineswegs geleugnet werden können, am allerwenigsten aber, dass sie sich etwa in das Gegentheil umkehren, sondern dass die etwaigen Nachtheile, die durch sie erwachsen können, entweder in mangelhafter Ausführung und Handhabung der bestehenden Einrichtung bestehen, oder aber von so untergeordneter Bedeutung und so leicht zu beheben sind, dass dieselben gegenüber den mannigfaltigen hygienischen, ästhetischen und mitunter auch ökonomischen Vortheilen nicht in die Wagschale fallen.

Digitized by Google

Wärmeregulation und Kleidung.

Von

Dr. Richard Geigel.

(Aus dem pharmakologischen Institut zu Würzburg.)

Seit langem weiss man, dass der Körper des Warmblüters gegenüber recht wechselnden Verhältnissen der Aussenwelt vermöge der sog. wärmeregulirenden Apparate seine Eigentemperatur immer innerhalb der ziemlich eng gesteckten Grenzen zu halten vermag, die sie ohne Gefährdung des Lebens nicht überschreiten darf. Vermehrte oder verminderte Wärmebildung, sowie freiere oder behinderte Wärmeabgabe können zu diesem Regulationsprocess beitragen.

Vermehrte oder verminderte Wärmebildung wird gewöhnlich nicht mit dem Namen Wärmeregulation bezeichnet. Von den drei Wegen, auf denen die gebildete Wärme den Körper verlassen kann, ist der erste, durch die Lunge, nur von physikalischen Bedingungen abhängig, der zweite, Einführung niedriger temperirter Speisen und Getränke, zwar zunächst von der Willkür des Einzelnen abhängig, dann lediglich physikalischen Bedingungen unterworfen, der dritte, durch die Haut, speciell durch vom Organismus getroffene und ohne unser Zuthun wirkende Einrichtungen veränderlich, die im engeren Sinne gemeinhin als wärmeregulirender Apparat bezeichnet werden. Doch ist schon vor vielen Jahrtausenden der Mensch auf seiner niedersten Culturstufe diesen Wärmeregulatoren zu Hilfe gekommen, indem er statt der ihm von der Natur aufgezwungenen nächsten Umgebung seiner Haut willkürlich eine andere ihm besser zusagende substituirte, sich kleidete.

Digitized by Google

Es ist bereits durch eine Reihe experimenteller Arbeiten darüber ziemlich viel Licht verbreitet worden, wie die Wärmeregulatoren des menschlichen Körpers gegenüber ausserordentlichen thermischen äusseren Einflüssen, sei es z. B. im kalten Bade oder in überhitzten Räumen sich verhalten. Es fehlt aber noch viel daran, dass wir eine klare Vorstellung davon hätten, wie sich der menschliche Organismus unter dem mehr tagtäglichen Wechsel äusserer Bedingungen verhält, ob er z. B. bei verhältnissmässig geringen Temperaturabfällen der ihn umgebenden Luft nun mehr Wärme als vorher verliert und den Ausfall durch gesteigerten Stoffwechsel decken muss, oder ob die Wärmeregulatoren prompt eingreifend diesen Wärmeausfall hintanhalten. Hiermit hängt auch die Frage zusammen, wie sich in dieser Beziehung der bekleidete Körper zum unbekleideten verhält, denn beim ersteren haben wir ja willkürlich nach und nach vom Körper selbst erwärmte Kleidungsstücke resp. die von den Kleidern eingeschlossene wärmere Luft an die Stelle der äusseren kälteren gebracht.

Der gesammte Wärmeverlust durch die äussere Haut ist, wie schon lange v. Pettenkofer[1]) hervorgehoben hat, die Summe des durch drei Factoren bewirkten Verlustes: durch Leitung, durch Strahlung und Verdunstung. Durch Bekleidung des Körpers brauchen nicht alle drei Factoren im selben Sinne beeinflusst zu werden. Es kann z. B. Leitung und Verdunstung behindert, die Strahlung eine vermehrte sein, dann kommt es darauf an, welcher Factor ziffermässig überwiegt. So hat z. B. Krieger[2]) und vor ihm schon Melloni gefunden, dass ein mit heissem Wasser gefüllter Blechcylinder rascher seine Wärme abgibt, wenn er mit Flanell umwickelt ist, als wenn seine blanke metallische Oberfläche der äusseren Luft ausgesetzt ist. Dass hierbei die Wärmeabgabe durch Leitung bei dem umkleideten Cylinder eine verminderte ist, dass aber dieser Ausfall übercompensirt wird durch die stark vermehrte Strahlung, davon konnte ich mich durch folgenden einfachen Versuch überzeugen.

1) Zeitschr. f. Biologie Bd. 1 S. 180 ff.

2) Zeitschr. f. Biologie Bd. 5 S. 510.

Digitized by Google

Es wurden zwei gleich grosse Blechcylinder mit gleichen Mengen gleich warmen Wassers gefüllt, der eine mit blankgeputzter Oberfläche, der andere mit Flanell umkleidet; letzterer kühlte schneller ab. Es kehrte sich dies Verhältnis um, wenn man den mit Flanell bekleideten Cylinder noch mit Stanniol überzog, es eilte nun der unbekleidete Cylinder in der Abkühlung jenem voraus; der Controlversuch ergab, dass Umwicklung eines Cylinders mit Stanniol allein die Wärmeabgabe desselben nicht messbar beeinflusste. Ferner kühlte der blanke Cylinder rascher ab als der mit Flanell bekleidete, wenn man den Einfluss der Leitung auf die Wärmeabgabe gegenüber dem der Strahlung einseitig vergrösserte. Am einfachsten liess sich das erreichen, wenn man die als gleich lange Pendel aufgehängten Cylinder in gleichweiten Excursionen frei in die Luft schwingen liess. Die Strahlung wird hierdurch natürlich nicht beeinflusst, wohl aber und in recht hohem Grade die Leitung; denn beide Cylinder kühlten nun viel rascher ab als vorher, der unbekleidete aber rascher als der in Flanell gehüllte.

Wenn man nun darauf ausgeht, als schlechte Wärmeleiter bekannte Stoffe zur Kleidung des Körpers zu wählen, so kann dieser einseitige Standpunkt nicht der richtige sein, und nach der von Krieger entworfenen Wärmeleitungstabelle seine Kleidungsstücke zu wählen in der Meinung, dass sie die Wärmeabgabe je nach ihrer Stelle in dieser Tabelle vermindern, wäre auch dann falsch, wenn nicht, worauf namentlich v. Pettenkofer hingewiesen, Porosität, Hygroskopie etc. eine wesentliche Rolle mitspielten. Es muss übrigens zugegeben werden, dass die Verhältnisse bei jenen Blechcylindern nicht ohne weiteres sich auf den menschlichen Körper anwenden lassen. Es wäre ja denkbar, dass die menschliche Haut ein annähernd gleiches Strahlungsvermögen besässe wie die gewöhnlichsten Kleidungsstoffe, dann käme (von der Verdunstung soll zunächst abgesehen werden) bloss deren Leitungsfähigkeit in Betracht und die von Krieger hiefür gefundenen Zahlenwerthe hätten unmittelbar eine hohe praktische Bedeutung. Es wäre aber auch möglich, dass die menschliche Haut ein geringeres (analog den Blechcylindern) oder selbst ein

Digitized by Google

höheres Strahlungsvermögen hätte, als die Kleidungsstoffe. Krieger hat selbst darauf hingewiesen, dass das Strahlungsvermögen der Haut bei verschiedenen Menschen und beim Einzelnen zu verschiedenen Zeiten variabel ist je nach der Durchtränkung derselben mit Flüssigkeit, je nach dem Zustande der Epidermis, und hiermit werden schon die Verhältnisse so verwickelt, dass nicht ohne weiteres von der Leitungsfähigkeit eines Kleidungsstoffes auf den Effect geschlossen werden darf, den solcher bezüglich der Wärmeabgabe auf die damit bekleidete Haut äussert. Bei allen bisherigen Arbeiten über Kleidung, und es sind deren ja noch recht wenige, sind ausdrücklich bloss die in Betracht kommenden physikalischen Verhältnisse berücksichtigt worden. Es ist aber die menschliche Haut nicht die Wand eines Gefässes, der von Innen in der Zeiteinheit immer gleiche Wärmemengen zugeführt werden, sondern die oben erwähnten Wärmeregulationsapparate, speciell die vasomotorischen Schwankungen im Gebiet der Hautgefässe machen dies Verhältnis zu einem durchaus variabeln. Es können und müssen ferner diese Regulationsvorkehrungen in der Haut durch die Kleidung selbst, theils durch Schaffen einer höher temperirten nächsten Umgebung, durch Heizen der Haut, theils sicher auch durch Reibung und directe mechanische Reizung der Hautnerven in Thätigkeit gesetzt werden, so dass sich auch nach Ermittelung aller physikalischen Eigenschaften eines Kleidungsstoffes noch durchaus nicht absehen lässt, wie sich die Wärmeabgabe der damit bekleideten Haut zu der der unbekleideten verhält. Die folgenden Versuche, bei denen mich Herr Prof. Dr. Kunkel durch seine freundliche Unterstützung zu grossem Danke verpflichtete, sollten einiges Licht in diese Angelegenheit bringen. Um aber die Verhältnisse nicht von vornherein zu verwickeln, konnten sich diese Versuche bloss auf die Wärmeabgabe des bekleideten und unbekleideten Körpers erstrecken, der sich unter ganz bestimmten Bedingungen befand. Ausgeschlossen waren besonders hohe und niedere Temperaturen, ausgeschlossen die Ableitung der Wärme durch feste und flüssige Körper, eine Sache, die für die Wirkung unserer Fussbekleidung von grösster Wichtigkeit ist, aber von ganz anderen Gesichtspunkten aus beurtheilt werden muss; aus-

Digitized by Google

geschlossen waren ferner Bewegung der äusseren Luft, erhöhte Muskelthätigkeit des eigenen Körpers. Es wurde also die Aufgabe, die folgenden Versuchen gestellt wurde, darauf beschränkt, nachzusehen wie sich die Wärmeabgabe immer der gleichen Grösse der Haut eines gleichmässig lebenden Menschen in der Ruhe und in einer ruhenden Luft von mittlerer Temperatur verhält, unbekleidet und bekleidet mit trockenen Kleidungsstoffen. Es wurde zu diesem Behufe der in Fig. 1 im Längsschnitt, in Fig. 2

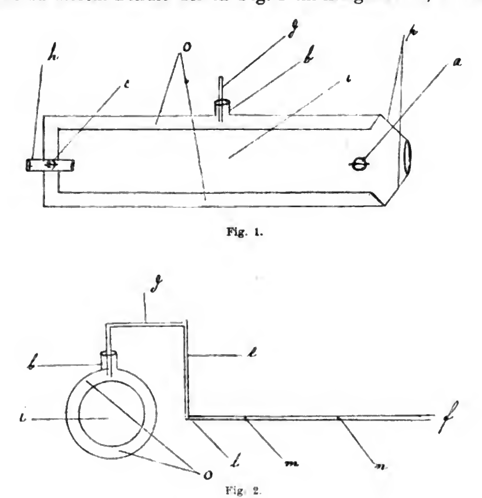


Fig. 1.

Fig. 2.

im Querschnitt gezeichnete höchst einfache Apparat construirt, der bestimmt war, die Wärmemenge, welche ein ganzer Arm abgibt, wenn auch nicht in absoluten, doch mit einander vergleichbaren Grössen zu messen.

Ein 65 cm langer Cylinder aus Weissblech mit einem lichten Durchmesser von 12 cm ist in einem Abstand von 0,5 cm umkleidet von einem ihm ähnlichen zweiten Cylinder; an dem einen

Ende sind beide Cylinder geschlossen, die Böden sind ebenfalls 0,5 cm von einander entfernt; an dem anderen Ende sind beide Cylinder mit einander verlöthet, so dass der zwischen ihnen befindliche mantelförmige Luftraum *o* allseitig abgesperrt ist. Beide Cylinder werden in ihrem gegenseitigen Abstand durch zwei durchlöcherte Reifen (in den Figuren nicht gezeichnet) erhalten. Zu dem zwischen beiden Cylindern abgesperrten Luftraum *o* führen die 3 Tubuli *a*, *b*, *c*. *a* liegt vor der Bildebene, *b* in derselben, *c* hinter derselben. *a* und *c* sind durch Glashähne luftdicht absperrbar. Bei *b* führt in den Raum *o* luftdicht eine Glasröhre *d*, deren weiteren Verlauf man in Fig. 2 sieht. In ihrem weiteren horizontalen Verlauf enthält sie eine sie quer ausfüllende circa 15 cm lange Wassersäule. Die bei *e* ersichtliche ⊓förmige Biegung der Glasröhre soll ein eventuelles Zurücksteigen des Wassers in *o* verhindern. Schliesst man die beiden Glashähne bei *a* und *c* und bringt nun irgend eine Wärmequelle in den Innenraum *i*, so dehnt sich die Luft im Raum *o* aus und treibt das Wasser in die Glasröhre gegen *f* zu. Sinkt nach Entfernung der Wärmequelle die Temperatur der Blechcylinder und der in *o* befindlichen Luft, zieht sich also letztere zusammen, so zeigt dies die Wassersäule durch eine in entgegengesetzter Richtung gegen *l* erfolgende Bewegung an. Um die Bildung mehrerer Wassersäulen und Tropfen in der Glasröhre hintanzuhalten, ist es zweckmässig, letzterer eine ganz geringe Steigung von *l* gegen *f* zu geben. Dieselbe muss dann aber in allen Versuchen, die mit einander vergleichbare Resultate ergeben sollen, absolut constant bleiben, daher muss die Glasröhre, sowie der ganze Apparat fixirt werden. Der Boden beider Cylinder ist bei *h* durchbohrt, und zwar führt hier luftdicht ein Tubulus von aussen in den zur Aufnahme der Wärmequelle bestimmten Raum *i*. Durch diesen Tubulus führt in den Raum *i* ein Kautschukschlauch, durch den man nach jedem Versuch vermittelst eines Blasebalgs die erwärmte Luft aus *i* vertreiben und durch solche von Zimmertemperatur ersetzen kann. Um das Gleiche mit der zwischen beiden Cylindern in *o* befindlichen Luft zu bewirken, ist der Hahn *c* mit einer Bunsen'schen Wasserluftpumpe in Verbindung.

Digitized by Google

Nach Oeffnen der beiden Glashähne *a* und *c* wird letztere in Gang gesetzt, und in Verbindung mit dem Ausblasen der Innenluft mittels des Blasebalgs wird auf diese Art Abkühlung des Apparates auf Zimmertemperatur nach jedem einzelnen Versuche bewerkstelligt.

Wie man sieht stellt das Ganze ein Luftthermometer dar mit hinreichend grossem Volumen, so dass es innerhalb gewisser Grenzen als Calorimeter dienen kann. Wenn in der Zeiteinheit mehr Wärme der in *o* eingeschlossenen Luft zugeführt wird, so wird sich diese auch in der Zeiteinheit mehr ausdehnen, die in der Glasröhre befindliche Wassersäule in der Zeiteinheit einen grösseren Weg zurücklegen, als bei geringerer Wärmezufuhr in derselben Zeit. Statt die Wege zu messen, kann man, wie ich es vorgezogen habe, ebenso gut auch die Zeiten messen, die die Wassersäule braucht, um die nämliche Wegstrecke zurückzulegen, die Zeiten also, welche die in *o* befindliche Luft braucht, um sich um immer die gleiche Anzahl Grade zu erwärmen. Als Wegstrecke wurde das zwischen *m* und *n* (Fig. 2) liegende 1^{dm} lange Stück der Glasröhre in allen Versuchen angenommen, mit einem Taschenchronographen der Zeitpunkt bestimmt, in welchem die Luft, das Wasser vor sich hertreibend, mit ihrem Meniscus die Marke *m*, dann die Marke *n* passirte, die inzwischen verflossene Zeit, auf ganze Secunden gekürzt, notirt. Es wird immer die gleiche Wärmemenge dazu gehören, eine Ausdehnung der Luft *o* um die Grösse des Glasröhrenlumens von *m* bis *n* zu bewirken, und wenn eine Wärmequelle hierzu beispielsweise 1 Minute braucht, eine andere 2 Minuten, so kann man sagen, dass letztere in 24 Stunden oder überhaupt in der Zeiteinheit halbmal so viel Calorien liefert als die erste. Es ist dies jedoch nicht ganz genau richtig. Denn während dieser einen oder dieser zwei Minuten verliert auch der ganze Apparat, sowie er sich erwärmt, gegen seine Umgebung etwas Wärme, mehr in 2 als in 1 Minute, und deshalb kann man die gelieferten Wärmemengen eigentlich nicht ganz genau gleich umgekehrt proportional den zur gleichen Ausdehnung erforderlichen Zeiten setzen. Es braucht übrigens die Wärme, bis sie durch den äusseren Cylinder dringt, auch Zeit und der

Digitized by Google

entstehende Fehler wird bei den zur Beobachtung kommenden kurzen Zeiten und verhältnismässig kleinen Differenzen jedenfalls ein recht kleiner. Auch die weiter unten in Versuchsreihe VIII angeführten Versuche weisen darauf hin, dass man ohne merklichen Fehler annehmen kann: von $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Minuten verhalten sich die in der Zeiteinheit abgegebenen Calorien umgekehrt proportional wie die zur nämlichen Ausdehnung der Luft *o* erforderlichen Zeiten.

Als Wärmequelle wurde mein eigener linker Arm verwendet, der bis an die axilla immer möglichst genau gleich weit in den Raum *i* eingeführt wurde. Der conische Ansatz *p* (Fig. 1) des äusseren Cylinders hat einen doppelten Zweck. Einmal soll durch ihn der Zwischenraum zwischen Wand und Arm auf einen unschädlichen Spalt reducirt werden und dann soll das hier unvermeidliche Aufliegen des Arms in eine für *o* unschädliche Entfernung gerückt werden. Im Raum *i* ist in geeigneter Entfernung ein Holzstäbchen quer gespreizt, auf dem die Hand aufruht; es muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass nirgends in *i* die Wand berührt wird. Von grösster Bedeutung für die Gültigkeit der Versuche ist vollkommen luftdichter Abschluss von *o*; ganz geringe Fehler hierin geben vollkommen unbrauchbare Resultate. Deshalb darf man nur solche Versuche als gültig betrachten, nach denen man sich davon überzeugt hat, dass noch alles dicht geschlossen ist. Es geschieht dies am einfachsten dadurch, dass man durch vorsichtiges Oeffnen des Hahnes *c* bei geschlossenem Hahne *a*, während die Bunsen'sche Saugpumpe in Gang ist, die Wassersäule in den verticalen Schenkel *e* der Glasröhre einige Centimeter weit aufsaugen lässt, rasch den Hahn *c* schliesst und nun nachsieht, ob die Wassersäule in *e* sinkt. Bleibt sie in ihrer Höhe stehen, so ist der Apparat dicht. Bei jedem Versuch durchläuft vom Einbringen der Wärmequelle an die Wassersäule zuerst den Weg von *l* bis *m*, dann wird die Zeit gemessen, die sie zum Durchlaufen der Strecke von *m* bis *n* braucht.

Bei Versuchsreihe I (Tab. I) wurde der linke Arm entkleidet, dann mit einem dicht gestrickten, wollenen Strumpfe überzogen, der sich bis auf eine kleine Stelle am Handrücken dicht anschmiegte,

Digitized by Google

und in den Apparat gebracht. Die erste Columne gibt die Zeit an, in welcher die Versuche auf einander folgten, die zweite Columne die Zeit, in der der Wasserindex sich jedesmal von *m* nach *n* bewegte, die dritte Columne enthält die Temperatur der Zimmerluft.

I.

Zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Versuche	Zur gleichen Wärmeabgabe gebrauchte Zeit	Aussen-Temperatur ° C.
3 h 5 m	36 sec.	20,6
	41	
	42	20,2
	53	
	50	
	57	20,0
3 h 32½ m	64	
36	63	
40	65	20,0
	65	
	67	20,0
	63	
4 h 6½ m	66	20,0
	66	

II.

Zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Versuche	Zur gleichen Wärmeabgabe gebrauchte Zeit	Aussen-Temperatur ° C.
6 h 12½ m	41 sec.	20,0
	47	
	55	
	55	20,0
	57	
6 h 36 m	63	20,1
	62	
	62	
	64	20,0
7 h 1 m	67	
	62	20,1
11 m	68	

Es wurde nun der Arm entkleidet und sofort in den Apparat gebracht; es ergab sich folgende Versuchsreihe (Tab. II).

Aus der ersten Versuchsreihe ergibt sich, dass der Arm, entkleidet und mit einem aus Wolle gestrickten Kleidungsstück bedeckt, erst recht viel Wärme abgibt, dann allmählich immer weniger, bis er nach etwa 35 Minuten bei einer ziemlich constanten Wärmeabgabe beharrt. Vollkommen entkleidet gibt er, wie Versuchsreihe II lehrt, anfangs wieder mehr Wärme ab, etwa um die Hälfte mehr als vorher; diese Grösse sinkt, bis sie nach etwa 48 Minuten die gleichen Werthe erreicht, wie bei dem mit Wolle bekleideten Arm. Es ist bei diesen Versuchsreihen gewiss der Einwurf zulässig, dass, hätte man in Versuchsreihe I noch länger gewartet, man vielleicht höhere Zahlen, entsprechend einer verringerten Wärmeabgabe

Digitized by Google

erhalten hätte. Um diesem Einwurf zu begegnen, wurde in folgendem Versuchsreihen-Paar der umgekehrte Weg eingeschlagen: erst der unbekleidete Arm bis zur constanten Wärmeabgabe der Zimmerluft direct ausgesetzt, dann wie oben mit Wolle bekleidet. Es wird hierdurch die Wärmeabgabe anfangs bedeutend herabgesetzt, sie steigt aber immer mehr und beträgt nach einiger Zeit wieder gerade so viel als die Wärmeabgabe des unbekleideten Armes. Man muss nur immer festhalten, dass die in der zweiten Columne verzeichneten Werthe das umgekehrte Maass für die in der Zeiteinheit abgegebene Wärmemenge darstellen. In allen nun folgenden Versuchen ist der Apparat, der in Unordnung gekommen war, neu und fest justirt; deshalb sind von nun an für die constante Wärmeabgabe etwas andere Werthe erhalten. Versuche, die ich nicht ausführlich mittheilen will, hatten ergeben, dass auch beispielsweise bei einer Zimmertemperatur von 15—16 ° C. oder bei einer Bekleidung des Arms mit 2 leinenen Hemden, darüber einem Sommerrock und einem gestrickten Handschuh die Wärmeabgabe des Armes, so genau man es erwarten kann, immer die gleiche war. Kleine Schwankungen, wie sie vorliegende Versuchsreihen darbieten, lassen sich aus den Fehlerquellen der Methode leicht erklären, so ist es ja nicht gut möglich z. B. immer bis auf den Quadratcentimeter genau die gleiche Hautoberfläche in den Cylinder einzuführen; dabei ist nicht ausgeschlossen, dass kleine Schwankungen im Gebiete der Vasomotoren der Haut wirklich vorkommen, für die durchschnittliche Wärmeabgabe sind sie ohne alle Bedeutung; die arithmetischen Mittel der letzten Zahlen in den Versuchsreihen stimmen immer so genau überein, dass man sie als gleich ansehen darf.

In Versuchsreihe III wurde der entkleidete, in Versuchsreihe IV der wie oben mit Wolle bekleidete Arm sofort nach dem Ent- bzw. Ankleiden in den Apparat gebracht.

In Versuchsreihe V wurde der unbekleidete Arm erst 10 Minuten nach dem Auskleiden in den Cylinder gebracht; in VI war der Arm mit einer Schichte Watte, darüber mit dem wollenen Strumpf bekleidet.

Digitized by Google

III.

Zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Versuche	Zur gleichen Wärmeabgabe gebrauchte Zeit	Aussen-Temperatur ° C.
9 h 16 m	34 sec.	16,5
	38	
	40	
	43	
	46	
	45	16,6
47	49	
	53	16,7
	56	
	58	16,7
10 h 13½ m	59	16,8
	59	
	57	16,9
	56	17,0
	55	
	60	
	54	
	57	

VI.

Zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Versuche	Zur gleichen Wärmeabgabe gebrauchte Zeit	Aussen-Temperatur ° C.
10 h 52 m	78 sec.	17,0
	72	
	70	17,0
	67	
	66	
	61	
	62	16,9
	60	
	62	
	59	
	57	
	62	
	60	
	61	
	60	
	57	
12 h 28 m	53	16,9

V.

Zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Versuche	Zur gleichen Wärmeabgabe gebrauchte Zeit	Aussen-Temperatur ° C.
9 h 18 m	—	—
28	43 sec.	15,6
38	46	
48	54	15,8
58	53	
10 h 8 m	57	
18	68	
31	59	15,7

VI.

Zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Versuche	Zur gleichen Wärmeabgabe gebrauchte Zeit	Aussen-Temperatur ° C.
10 h 40 m	91 sec.	15,8
50	78	
11 h — m	63	15,8
10	63	15,9
20	65	
30	56	15,9
40	58	15,9

In folgender Versuchsreihe VII wurde der Arm, mit einer 4 m langen, 10 cm breiten Flanellbinde in mehrfacher Lage fest umwickelt, in den Apparat gebracht.

Digitized by Google

VII.

Zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Versuche	Zur gleichen Wärmeabgabe gebrauchte Zeit	Aussen-Temperatur °C.
9 h 29 m	51 sec.	15,6
39	52	15,7
49	50	15,8
59	52	15,8
10 h 9 m	49	15,8
19	45	15,8
29	51	15,8
39	52	15,9
49	54	16,0
59	55	16,0
11 h 9 m	59	16,0
19	54	16,0

In der folgenden Reihe VIII wurde der Versuch gemacht, eine Messung der abgegebenen Wärme in absolutem Maass zu ermöglichen. Man wird finden, dass das für die Wärmeabgabe des ganzen Körpers hieraus berechnete Resultat überraschend nahe mit den im Durchschnitt hierfür angenommenen Werthen übereinstimmt. Doch möchte ich selbst darauf kein zu grosses Gewicht legen und nicht die Prätension erheben, dass die eingeschlagene Untersuchungsmethode auch bei absoluten Messungen zuverlässige Resultate liefere. Namentlich das bei Versuchsreihe VIII eingeschlagene Verfahren kann nur sehr approximative Werthe liefern. Es wurde in den Apparat ein luftdicht geschlossener mit warmem Wasser gefüllter Cylinder aus Zinkblech eingebracht. Die erste Columne der Reihe VIII enthält die Zeiten, welche der Wasserindex brauchte, um den Weg von *m* nach *n* zurückzulegen. Diese Zeit ist verschieden je nach der Temperatur der eingeführten erwärmten Wassermenge. Die zweite Columne gibt an, um wie viel °C. sich diese Wassermasse abkühlte, während der Index sich von *l* nach *n* bewegte, also einen 1½ fach grösseren Weg zurücklegte, als in allen bisherigen Versuchen. Die Temperatur des Wassers wurde an einem in den Zinkcylinder durch einen Tubulus eingeführten feinen Thermo-

Digitized by Google

meter unmittelbar vor dem Einbringen in den Apparat und unmittelbar nachdem der Index die Marke *n* passirte, nach gutem Umschütteln, abgelesen.

VIII.

1.	2.
35 sec.	0,4 ° C.
41	0,4
41	0,4
42	0,5
50	0,4
54	0,4
48	0,4
56	0,4
58	0,4
85	0,4

Es ergibt sich aus dieser Tabelle, dass für die in obigen Versuchen vorkommenden Zeiten merklich die gleichen Wärmemengen nöthig sind, um die gleiche Ausdehnung der Luft in *o* zu bewirken. Aus der letzten Versuchsreihe lässt sich die hierzu nöthige Wärmemenge in absolutem Maass annähernd bestimmen.

Die Menge des warmen Wassers betrug 500 g, der Zinkblechcylinder wog leer 200 g. Hieraus berechnet sich die Wärmecapacität des ganzen eingeführten warmen Körpers, wenn man für *Zn* den von Dulong und Petit ermittelten Werth von 0,0927 annimmt, rund = 519. Dieser warme Körper kühlte $\frac{2}{3} \cdot 0{,}04$ ° C. ab, während sich der Index von *m* nach *n* bewegte, verlor also während dieser Zeit $\frac{2}{3} \cdot 0{,}4 \cdot 519$ Calorien. In durchschnittlich 56 sec hat mein linker Arm die gleiche Wärmemenge abgegeben, derselbe gibt also in 24^h $\frac{2}{3} \cdot 0{,}4 \cdot 60^2 \cdot 24 \cdot \frac{1}{56}$ sogenannte kleine Calorien ab. Nach Meeh[1]) beträgt bei einem Manne, dessen Körperdimensionen sich ziemlich mit den meinigen vergleichen lassen, die

1) K. Meeh, Oberflächenmessungen des menschlichen Körpers. Zeitschr. f. Biologie Bd. 15 S. 425 ff.

Digitized by Google

Oberfläche beider Oberextremitäten zusammen 0,19197 von der der Gesammtoberfläche des Körpers. Will ich also berechnen, wie viel Calorien mein ganzer Körper unter den gleichen Bedingungen wie bei obigen Versuchen in 24^h durch die Haut verliert, so ergibt sich dafür der Werth $= \frac{2 \cdot 519 \cdot 60^2 \cdot 24 \cdot 0{,}4}{3 \cdot 56 \cdot 0{,}095985}$ = 2 224 600 Calorien. Nach Helmholtz beträgt der Wärmeverlust eines erwachsenen Menschen etwa 2 300 000 Calorien in 24 Stunden.

Bei obiger Versuchsanordnung wird eigentlich nur die Wärme annähernd vollkommen gemessen, die durch Strahlung und Leitung der Haut entzogen wird, unter gewöhnlichen Verhältnissen allerdings der weitaus grösste Theil des Gesammtverlustes. Doch wird gewiss auch ein Theil der Verdunstungswärme gemessen. Denn wenn an der warmen Haut Wasser verdunstet, wird an dem kälteren Metallapparat sich ein Theil desselben wieder condensiren und dabei seine latente Wärme, die es der Haut entzogen, hier abgeben. Ist aber der Temperaturunterschied zwischen Haut und Apparat kein grosser, die Haut also selbst kühl, dann wird auf dieser der Verdunstungsprocess in recht bescheidenen Grenzen sich bewegen.

Aus obigen Versuchen ergibt sich das gemeinschaftliche Resultat, dass wenn an der Haut günstigere Bedingungen für den Wärmeabfluss geschaffen werden, als sie vorher bestanden, wenn also ein Körpertheil entkleidet wird, die Wärmeabgabe sofort bedeutend, bis auf das 1½ fache steigt. Es kommen aber bei hierdurch bewirkter Abkühlung der Haut die Wärmeregulatoren in Thätigkeit und vermindern nach und nach diese Wärmeabgabe. Nach etwa 40—50 Minuten ist es diesen Einflüssen gelungen, die Wärmeabgabe auf die alte Grösse herabzudrücken. Bekleidet man diesen Körpertheil, dessen Wärmeabgabe constant geworden, so stellt sich zunächst heraus, dass die in obigen Versuchen verwendeten Kleidungsstoffe in der That der Wärmeabgabe ein Hindernis in den Weg legen, dass also nicht wie bei den oben S. 319 ff. angeführten Blechcylindern durch vermehrte Strahlung die verminderte Leitung übercompensirt wird. Die Folge ist, dass

Digitized by Google

im ersten Augenblick die Wärmeabgabe beträchtlich, in Versuchsreihe VI z. B. ebenfalls um die Hälfte, sinkt. Die Haut erwärmt sich nun, die Gefässe derselben erweitern sich, es steigt nach und nach die Wärmeabgabe, bis nach einiger Zeit, etwa 50 Minuten, der bekleidete Körpertheil bei der gleichen Wärmeabgabe ankommt und beharrt, die für den unbekleideten constant gewesen. Es geschieht diese Regulation allmählich und ist keineswegs so plötzlich und rasch wirkend, wie man sich gewöhnlich vorstellt. Die Vorstellungen, die man sich beispielsweise vom Eingreifen der wärmeregulirenden Apparate bei plötzlich einwirkender Kälte gemacht hat, stammen hauptsächlich vom Augenschein, den man bei sehr brüsken und exorbitanten Eingriffen gewonnen hatte, wenn man z. B. beim Uebergiessen der warmen Haut mit eiskaltem Wasser rasch eine Gänsehaut auftreten sah. Das Verhalten dieser regulatorischen Einrichtungen in ihren durchschnittlich viel wichtigeren Beziehungen gegenüber alltäglich eintretenden Verhältnissen klar zu stellen, ist meines Wissens bislang noch nicht versucht worden; der Anfang dazu ist hoffentlich durch obige Versuche gemacht. Späteren Untersuchungen in dieser Richtung bleibt noch ein grosses Feld offen. Wie sich die Thätigkeit der Wärmeregulatoren bei verschiedenen Individuen, bei Gesunden und Kranken in Bezug auf Schnelligkeit des Eingreifens und Schlusseffect ihrer Leistung verhalten, welche Grenzen ihrer normalen Wirksamkeit gesteckt sind, das sind lauter interessante Fragen, die noch der Beantwortung harren. Für meinen Körper habe ich vollkommen festgestellt, dass die Haut meines linken Armes Tag für Tag bei durchschnittlich gleichem Ernährungsstande und annähernd gleicher Lebensweise immer die nämliche Wärme in 24^{h} abgibt. Es wird dieses Resultat nicht durch Schwankungen der Aussentemperatur zwischen 15—20° C. beeinflusst, es wird nicht alterirt durch Entblössen der Haut oder durch Umkleiden derselben mit sehr schlechten Wärmeleitern, obwohl diese verschiedenen Bedingungen auf m e i n B e f i n d e n einen solchen Einfluss hatten, dass ich manchmal fror, das anderemal das Gefühl von behaglicher ja mehr als behaglicher Wärme hatte. Und zwar trat das Gefühl des Frierens nicht sofort nach Entkleiden des Armes, wo

Digitized by Google

die Wärmeabgabe am grössten war, auf, vielmehr erst dann, wenn durch successive Abkühlung der Haut sich die Wärmeabgabe auf das alte Maass reducirt hatte. Umgekehrt stellte sich das Gefühl von Wärme keineswegs dann ein, wenn durch Umkleiden des Armes plötzlich sehr wenig Wärme abgegeben wurde, ceteris paribus war das Gefühl von Kälte noch gerade so gross wie beim lange ausgekleideten Arm und viel beträchtlicher als beim frisch ausgekleideten Arm. Dieses Gefühl von Kälte machte dem von Wärme erst dann Platz, wenn mit der Erwärmung der Haut die Wärmeabgabe fast auf das alte Maass gestiegen war.

Wenn durch die mitgetheilten Versuche nachgewiesen ist, dass durch Bekleiden des Körpers mit als Kleidungsstoffen hoch geschätzten schlechten Wärmeleitern auf die Dauer keine Wärmeersparnis erzielt wird, so wirft sich von selbst die Frage auf, wie es dann kam, dass der Mensch seit vielen Jahrtausenden der Einwirkung der Kälte durch ebensolche Umhüllungen entgegentrat und, dem Grade der äusseren Kälte entsprechend, dieselben variirte. Es kann in der That keinem Zweifel unterliegen, dass die Kleidung eine ungemein hervorragende Rolle in der Hygiene des Einzelnen spielt; darüber hat die Erfahrung aller Völker längst endgültig entschieden. Eine andere Frage aber ist es, ob wir den Nutzen der Kleidung in einer Wärmeersparnis für den Körper oder in irgendwelchen anderen Factoren suchen müssen. Und da es nunmehr nicht mehr zu bezweifeln ist, dass eine irgend relevante Wärmeersparnis durch Kleidung nicht erzielt wird, müssen wir fortan nach solchen anderen Factoren uns umsehen.

Nicht die Absicht, Wärme zu sparen und infolgedessen einen geringeren Verbrauch von Nährstoffen zu erzielen, hat den Menschen von den rohesten Anfängen seines Daseins zur Kleidung geführt und drängt ihn heutigen Tages mit unerbittlicher Gewalt dazu, sondern das Gefühl von Kälte und Wärme, von Unbehagen und Behagen, das wie wir oben gesehen, gar nicht einmal mit der Grösse der jeweiligen Wärmeabgabe Hand in Hand geht. Ja, der Mensch gibt bekleidet und unbekleidet ceteris paribus das eine wie das andere Mal durch seine Haut die gleiche Wärmemenge

Digitized by Google

ab; aber das eine Mal ist, eben damit dies geschieht, seine Haut warm, von Blut reich durchströmt, das andere Mal zu gleichem Zwecke blutleer, kalt. Dass nun der erste Zustand dem Menschen behaglich, angenehm ist, dass er ihn infolgedessen herbeizuführen sucht und den entgegengesetzten als einen unangenehmen meidet, das weist direct darauf hin, dass der erstere zugleich der für seinen Organismus zweckmässigere, der gesündere ist. Dass der Zustand der äusseren Haut bezüglich Temperatur, Blutfülle und Ernährung für den Gesammtorganismus durchaus nicht gleichgültig sein kann, liegt auf der Hand, wenn man die Function der Haut als secretorischen Organes, als eines Reservoirs für einen grossen Theil des Blutes, wenn man ihre innige reflectorische Verbindung z. B. mit dem Vagus bedenkt. In dieser Beziehung nützen dem Körper die automatischen Wärmeregulatoren schlechterdings nichts, ihre Aufgabe besteht bloss darin, die Wärmeabgabe entsprechend der Wärmeproduction zu regeln. In dem Erhalten bzw. Schaffen eines solchen Zustandes der Haut, wie er sich in den oben bezeichneten und vielleicht noch anderen Beziehungen dem Gesammtorganismus nützlich erweist, sowie in der zeitweiligen Entlastung der Vasomotoren der Haut, denen ein Theil ihrer Arbeit abgenommen wird, suche ich den eigentlichen hygienischen Zweck und Vortheil der Kleidung. Spätere Arbeiten mögen die Beziehungen zwischen Temperatur der äusseren Haut mit allen ihren Folgezuständen in derselben zu den Functionen anderer wichtiger Organe klarzustellen suchen; dass sie wichtig genug sein werden, darauf kann man wohl gefasst sein.

Digitized by Google

Zur Aetiologie des Milzbrandes.

Von

Franz Schrakamp.

(Aus dem hygienischen Institute München.)

(Mit Taf. III.)

Wohl über keinen Gegenstand der medicinischen Wissenschaft wird in unseren Tagen so viel gearbeitet, als über pathogene Spaltpilze. Kaum vergeht ein Monat, ohne dass irgend etwas Neues, sei es eine neue Art, sei es eine bis dahin unbekannte Lebenseigenthümlichkeit derselben entdeckt und aufgeklärt wird. Eine der zuerst und am besten bekannten Bacterien ist die des Milzbrands. Schon im Jahre 1855 wurde sie von Pollender entdeckt, und wohl über keinen Pilz ist seitdem so viel geschrieben worden, wie über ihn. Experimentelle Forschungen stiessen hier auf relativ sehr geringen Widerstand, da einerseits der Nachweis der Infectiosität stets durch das Thierexperiment prompt geliefert werden konnte, was bei manchen anderen Infectionskrankheiten, wie Typhus und wohl auch Cholera selbst heute noch nicht der Fall ist, und anderseits die Bacillen so gross sind, um auch mit weniger vollkommenen Mikroskopen, als die der Neuzeit, hinreichend gut beobachtet werden zu können.

Dieser Umstand sowohl, wie die sehr grosse praktische Wichtigkeit des Gegenstandes brachten es mit sich, dass sich so viele der hervorragendsten Männer der Wissenschaft mit ihm beschäftigten. Wenn man Namen liest wie Davaine, Branell, Bollinger, Pasteur und Koch, die ja alle in der Literatur einen guten Klang haben, so sollte man annehmen, dass es kein Kapitel in der Lebensgeschichte des Milzbrandpilzes gibt, über das nicht Klarheit und volle Uebereinstimmung der maassgebenden Autoren herrscht. Und dennoch ist dieses nicht der Fall.

Digitized by Google

Anfangs begnügte man sich damit, festzustellen, dass sich im Blute milzbrandkranker Thiere stäbchenförmige Mikroorganismen finden, dass diese Stäbchen die eigentlichen Krankheitserreger sind und sich durch solches Blut, selbst in tausendfacher Verdünnung, noch die Krankheit übertragen lässt. Damit war die frühere Ansicht umgestossen, wonach man die Virulenz des Milzbrandblutes an ein darin gelöstes Gift oder Ferment gebunden annahm. Bis dahin stimmen alle Autoren überein.

Damit war aber zur Erklärung der Milzbrandätiologie nicht viel geschehen; denn das spontane Auftreten von Milzbrand und zwar in verschiedenen Jahren zu wiederholten Malen an ganz bestimmten, circumscripten Orten, blieb nach wie vor unerklärlich. Die weiteren Forschungen in dieser Hinsicht, welche sich bemühten die Aetiologie der Milzbrandkrankheit mehr aufzuklären, ergaben ziemlich verschiedene Resultate. Die Hauptvertreter derselben sind Koch und Pasteur.

Die erste eigentliche Milzbrandtheorie stellte Koch auf[1]).

Koch hat folgende Ansicht. Die Infection, meint er, kommt fast ausschliesslich durch Sporen zu Stande. Die Sporenbildung denkt er sich »nicht im Innern der Cadaver, sondern in den blutigen Abgängen der kranken und verendeten Thiere«. Die Zwischenträger sind Pflanzenreste. »Wahrscheinlich, sagt er, sind es bestimmte Gräser, amylumhaltige Sämereien, saftreiche Wurzeln, welche an feuchten Stellen, oder im Wasser liegend und der Zersetzung durch niedere Organismen preisgegeben, ebenso, wie sie vielen anderen Bacterienarten zur Nahrung dienen, auch gelegentlich die Milzbrandbacillen beherbergen.«

Die Verbreitung nimmt er folgendermaassen an. »Man kann sich das Leben der Milzbrandbacillen so vorstellen, dass sie in sumpfigen Gegenden an Flussufern u. s. w. sich jährlich in wenigen Monaten auf einem ihnen zusagenden pflanzlichen Nährsubstrate aus den von jeher daselbst abgelagerten Keimen entwickeln, vermehren, zur Sporenbildung kommen und von neuem zahlreiche, die Witterungsverhältnisse und vor allem den Winter überstehende

1) Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen Bd. 2 Heft 2. Mittheilungen des Reichs-Gesundheitsamts Bd. 1.

Digitized by Google

Keime am Rande der Sümpfe und Flüsse und in deren Schlamm ablagern. Bei höherem Wasserstande und stärkeren Strömungen des Wassers werden dieselben mit der Schlammmasse aufgewühlt, fortgeschwemmt und an den überfluteten Weideplätzen auf Futterstoffen abgesetzt. Sie werden hier mit dem Futter von dem weidenden Vieh aufgenommen und erzeugen dann die Milzbrandkrankheit«.

Pasteur dagegen hat die Ansicht, dass sich die Milzbrandsporen aus den Abgängen milzbrandkranker Thiere und hauptsächlich in den Cadavern derselben, auch wenn keine Obduction stattfindet, der Luftzutritt also verhindert ist, im Boden bilden. Diese Sporen sollen dann durch Regenwürmer an die Oberfläche gebracht werden, wo die Thiere sie mit dem Futter aufnehmen. Dieser Ansicht widerspricht er übrigens selbst; denn an einer anderen Stelle stellt er die Milzbrandbacterie als ein Aerobion hin. Eine Sporenbildung im Inneren der Cadaver, also bei Luftabschluss, ist demnach nicht möglich, und die Bacillen müssten in diesem Falle einfach zu Grunde gehen.

Dieses hat auch Feser[1]) gezeigt. Derselbe machte eine grosse Reihe von Infectionsversuchen mit einem Material, welches er exhumirten Milzbrandcadavern entnahm, konnte damit jedoch in keinem Falle Milzbrand erzielen. Nach Bollinger[2]) werden die Anthraxbacterien durch Fäulnis rasch zerstört.

Was den Transport der Sporen durch Regenwürmer betrifft, so ist diese Ansicht durch Koch bezweifelt, durch Versuche von Feltz[3]) und Bollinger[4]) jedoch gestützt worden.

Aber auch die Theorie von Koch ist nicht ganz lückenlos und einwurfsfrei. Was die Sporenbildung anbelangt, so ist wohl unzweifelhaft, dass eine solche unter den von ihm angegebenen Umständen und in der gedachten Weise oft stattfindet. Eher könnte bezweifelt werden, dass der Zwischenträger, wie er annimmt, an feuchten Stellen oder im Wasser liegende pflanzliche

1) Feser, Der Milzbrand: VII. Versuche mit Milzbrandobjecten.

2) Bollinger, Zoonosen: Ziemsen's Handbuch der spec. Path. u. Therapie Bd. 3 2. Aufl. S. 510 (1876).

3) Feltz, Compt. rend. T. XCV Nr. 19 (6. Nov. 1882).

4) In Kürze erwähnt von L. Franck (Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin u. vergleich. Pathol. Bd. 7 S. 314 1882).

Digitized by Google

Reste sind und dass auf solchen, der Fäulnis preisgegebenen organischen Resten eine Sporenbildung der Milzbrandbacterie stattfinden soll. Er selbst erklärt übrigens ja auch ausdrücklich, dass dieses nur eine Vermuthung ist. Die Resistenz der Milzbrandsporen ist sicherlich sehr gross, wie die betreffenden Versuche gezeigt haben; allein es ist unbegründet, sie so widerstandsfähig anzunehmen, dass sie jahrelang den zersetzenden Einflüssen ihrer faulenden Substrate widerstehen und nicht im Kampfe mit anderen, ihnen an Zahl wohl weit überlegenen und, gegen Temperaturunterschiede weniger empfindlichen Bacterienarten untergehen. Führt doch schon Koch selbst die nicht gelungenen Versuche über die Resistenz der Sporen von Feser auf den Umstand zurück, dass dieselben nicht an Seidenfäden, sondern auf Schreibpapier getrocknet worden waren. Ein weit besserer Lagerplatz für die Milzbrandkeime wäre der Boden. Der Annahme, dass die in den bacillenhaltigen Ausflüssen von kranken Thieren oder Cadavern unter günstigen Umständen gebildeten Sporen von einem Regenguss oder unter irgend welchen anderen Umständen in den Boden geschwemmt werden, steht nichts entgegen. Aber auch so ist es nicht recht erklärlich, dass sich an ganz bestimmten circumscripten Stellen das Milzbrandgift an den Boden gebunden jahrelang hält, wie es thatsächlich der Fall ist. Am besten könnte jene dunkle Stelle in der Milzbrandätiologie durch die Annahme erklärt werden, dass der Bacillus Anthracis im Boden selbst unter günstigen Umständen seine ganze Entwickelungsbahn durchlaufen kann. Man hatte übrigens stets den Boden in Verdacht, eine Infectionsquelle zu sein [1]). Der Kreisthierarzt Zeilinger theilt einige interessante Erfahrungen mit, inwiefern der Boden eine Rolle bei der Fortpflanzung des Milzbrandgiftes spielt [2]).

Er zählt Fälle auf, dass an gewissen Stellen, besonders an Verscharrungsplätzen und Stallungen mit inficirtem Boden jene Thiere neuerdings dem Milzbrand verfielen, welche daselbst sich aufhielten. — Auf der F.-Alp sei ein Stier, welcher den Zaun einer Verscharrungsstelle durchbrochen und auf letzterer geweidet

1) Vgl. die Angaben von Bollinger a. a. O. S. 496 u. 497.
2) Feser a. a. O. S. 180.

Digitized by Google

habe, in kürzester Zeit an Milzbrand gefallen. In einer Stallung »auf der Ecke« bei Miesbach habe der Milzbrand erst aufgehört, nachdem der ganze Stall umgebaut und insbesondere die von Jauche imprägnirte Erdschichte entfernt worden sei. Aehnliche Fälle könnte man noch viele anführen. Der Hauptgegner dieser Annahme ist Koch.

Er sagt: »Die im Erdboden vorhandenen organischen Substanzen scheinen an und für sich nicht zur Ernährung der Milzbrandbacillen dienen zu können; denn in Gartenerde, in sehr humusreicher Erde vom Ufer eines Flusses u. s. w., welche Substanzen mit etwas Wasser versetzt wurden, wuchsen die Milzbrandbacillen nicht.« Wenn nun bei Zusatz von Wasser das auch nicht der Fall ist, so können die Bacillen doch vielleicht sehrwohl wachsen und neue Sporen bilden, wenn ein wenig Nährsubstanz zugesetzt wird, wie sie unter natürlichen Verhältnissen sehr oft vorkommt, z. B. Harn, Blut, Leimsubstanzen oder Auszüge von Pflanzenresten.

Ein anderer Hauptgrund, den Koch gegen das Wachsthum von Milzbrandbacillen und Sporen im Boden anführt, sind die Temperaturverhältnisse des letzteren. Er gibt Zahlen an, wonach die Temperatur im Mittel im Boden folgende ist[1]).

Boden-temperatur	$^1/_2$ m	1 m	3 m
Juli	14,4 — 17,8°	12,8 — 16,9°	9,2 — 15,0°
August	15,1 — 18,5°	14,2 — 17,2°	10,5 — 16,6°
September	16,4 — 19,2°	15,1 — 18,0°	11,5 — 16,8°

Aus dieser Tabelle schliesst er dann, dass dort bei 3 m Tiefe die Temperatur nicht mehr geeignet sei zur Milzbrandsporenbildung, die bei 15° aufhört. Dass sich die Sporen noch bei 3 m Tiefe bilden, ist auch nicht nöthig. Das Gesetz (Milzbrandvorschriften der königlichen Regierung von Oberbayern nebst Vollzugsinstruction, 20. September 1875 III. § 8) schreibt nur vor, »dass Milzbrandcadaver nebst allen Abfällen, nachdem die Haut kreuzweise durchschnitten ist, wenigstens 9 dm tief unter die Erde vergraben werden sollen«. Wenn nun das Gesetz auch

1) Veröffentlichungen des statistischen Bureaus der Stadt Berlin.

Digitized by Google

stets stricte befolgt würde, so hätten die Milzbrandbacillen, die in den Abfällen sowohl, wie an den natürlichen Ausgangsöffnungen, ganz sicher aber in den durch die kreuzweisen Einschnitte ausfliessenden Substanzen sich finden werden, unter sonst günstigen Verhältnissen im Boden, bei der Annahme, dass sie überhaupt darin gedeihen, die beste Gelegenheit sich weiter zu entwickeln, da die in der Tiefe von ca. 1^m herrschende Temperatur in den Monaten Juli, August, September, wo doch die meisten Cadaver vergraben werden, für ihr Wachsthum durchaus nicht ungünstig ist. Das ist aber noch der ungünstigste Fall. Sehr viele Fälle von Milzbrand werden erfahrungsgemäss, des Sperrgesetzes wegen, nicht angezeigt. In anderen Fällen kommen, ebenfalls erfahrungsgemäss, die Leute, welche am Tage pflichtschuldigst unter Assistenz der Polizei den Cadaver vergraben haben, in der Nacht zurück, um die Haut doch wenigstens noch zu retten. In diesen Fällen ist es mehr als zweifelhaft, ob die Cadaver wirklich in der vorgeschriebenen Tiefe verscharrt werden. Endlich muss eine Weiterentwickelung von Bacillen oder Sporen nicht gerade in der Tiefe von 1^m oder mehr angenommen werden. Dieselbe kann viel oberflächlicher sein und zuerst von Sporen, die sich in den Ausflüssen kranker Thiere selbst entwickelt haben und dann in den Boden hineingeschwemmt wurden, ausgehen. In einer weniger bedeutenden Tiefe würden dieselben dann sehr günstige Temperaturen zu ihrer Weiterentwickelung vorfinden. Endlich führt Koch noch folgendes an:

»Die eigentliche Masse der (Milzbrand-) Erkrankungen kann nur durch die Einwanderung von Sporen verursacht werden; denn die Bacillen selbst können sich in dauernd trockenem Zustande nur kurze Zeit lebensfähig erhalten und vermögen deshalb sich weder in feuchtem Boden zu halten, noch den wechselnden Witterungsverhältnissen (Niederschläge, Thau) Widerstand zu leisten[1]).«

Die Logik dieses Satzes ist nicht ganz verständlich; dass derselbe aber wohl kaum einen Druckfehler enthält, geht daraus hervor, dass er sich auch in der früheren Arbeit von Koch[2])

1) Mittheilungen des Reichs-Gesundheitsamts Bd. 1 S. 50.
2) Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen Bd. 2 Heft 2 S. 303.

Digitized by Google

genau ebenso findet. Wenn die Bacillen sich in dauernd trockenem Zustande nicht zu halten vermögen, so wäre eigentlich anzunehmen, dass sie sich in gewissen Tiefen eines gleichmässig durchfeuchteten und temperirten Bodens unter sonst günstigen Umständen sehr wohl halten könnten.

Es lässt sich ausserdem noch manches für ein Bodenwachsthum des Bacillus Anthracis anführen. Mit keiner Krankheit hat der Milzbrand in Bezug auf sein locales und zeitliches Auftreten so viele Aehnlichkeit, wie mit Typhus und Cholera. Eine Pilzkrankheit, wie diese beiden, kommt er im ganzen Jahre an prädilecten Orten, mangelhaft drainirten Localitäten, die sich sowohl in Niederungen als auch auf Höhen finden können, vereinzelt vor und erreicht, wenn es überhaupt zu einer Epizootie kommt, meist seinen Höhepunkt in der heissen Jahreszeit. Vom Typhus ist durch jahrelange Beobachtungen die Abhängigkeit vom Grundwasserstande wohl als sicher nachgewiesen zu betrachten; von der Cholera ist dasselbe mehr als wahrscheinlich. Ebenso sprechen sehr viele Umstände dafür, dass ein ähnliches Verhältnis beim Milzbrand besteht. Fast stets gehen grösseren Milzbrandepidemien Ueberschwemmungen voraus, wie sich aus vielen Beispielen bei Feser und in anderen, mehr die pathologische Seite und die Ausbreitung des Milzbrandes behandelnden Werken, entnehmen lässt. Tritt nun in den heissen Sommermonaten das vorher hochstehende Grundwasser zurück, so finden die im Boden eingelagerten, vielleicht nur sehr wenig zahlreichen Sporen, die den Witterungseinflüssen widerstanden haben, in der durchfeuchteten, der Luft aber wieder zugänglichen Erde unter günstigen Umständen alle Bedingungen vor, weiter zu wachsen, also Bacillen und daraus wieder massenhafte neue Sporen zu bilden, wenn man annimmt, dass ein solcher Wachsthum im Boden überhaupt möglich ist. Diese Sporen könnten dann durch die Grundluft oder durch die Capillarität an die Oberfläche gebracht werden und weiterhin mit dem Futter in das Thier gelangen. Der Transport von Pilzen oder Sporen durch die Grundluft erscheint unwahrscheinlich, da sich derselbe experimentell nicht nachweisen liess, dagegen konnte Emmerich

Digitized by Google

das Aufsaugen von Spaltpilzen oder Sporen von Reinculturen durch 70 cm hohe Bodenschichten durch zahlreiche Versuche nachweisen.

Koch vergleicht in seiner ersten Arbeit über Milzbrand ebenfalls denselben mit Cholera und Typhus und nimmt ein Abhängigkeitsverhältnis vom Grundwasser an. Er citirt sogar einen sehr eclatanten Fall[1]), wo eine Milzbrandepidemie unter Pferden im Gestüte zu Neudorf aufhörte, als man auf den Rath des Herrn Geheimraths v. Pettenkofer den Stand des Grundwassers durch Drainage herabsetzte. Später lässt Koch diese Ansicht jedoch vollständig fallen[2]).

Ein anderer Grund, der dafür spricht, dass gewisse pathogene Bacterien auch im Boden ihre Entwickelungsprocesse durchlaufen können, ist das Vorkommen derselben in den Zwischendeckenfüllungen unserer Wohnhäuser[3]).

Wenn, wie es z. B. im Gefängnis zu Amberg der Fall war, der Inhalt einer solchen Zwischendeckenfüllung 15 Wagenladungen betrug und die Pilze in der ganzen Masse so verbreitet waren, dass sich aus jeder noch so kleinen Probe Culturen darstellen liessen, so muss die Menge der darin vorkommenden Sporen eine geradezu unberechenbare sein. Unter solchen Umständen ist es wohl wahrscheinlicher, dass dieselben sich in der Füllung selbst aus zufällig hineingelangten Sporen unter günstigen Umständen entwickelt haben, als anzunehmen, dass sämmtliche Sporen schon als Sporen hineingelangt sind. Auch beim Milzbrand hat die Annahme etwas Wahrscheinliches, dass sich zu gewissen Zeiten unter sonst günstigen Bedingungen aus einigen wenigen in den Boden hineingelangten Sporen dortselbst wiederum Bacillen und aus diesen neue Sporen entwickeln, welche im Boden eingelagert bleiben. Dass von diesen einige den äusseren Umständen Widerstand leisten können, um sich in späteren für ihre Entwickelung günstigen Zeiten weiter zu vermehren, ist ebenfalls nicht unwahr-

---

1) Bollinger, Ziemssen's Handb. d. spec. Pathol. u. Therapie Bd. 3 S. 455.

2) Mittheilungen des Reichs-Gesundheitsamts Bd. 1 S. 79.

3) Emmerich, Pneumoniecoccen in der Zwischendeckenfüllung als Ursache einer Pneumonieepidemie (Archiv für Hygiene Bd. 2 S. 117).

Digitized by Google

scheinlich. Es ist deshalb nicht ganz unberechtigt, ein solches Wachsthum in Wirklichkeit anzunehmen. Mit dieser Annahme würden sich viele dunkle Punkte der Milzbrandätiologie und besonders das sonst so schwer zu deutende circumscripte Auftreten desselben leicht erklären lassen.

Diese Annahme nun durch das Experiment zu beweisen und zwar speciell nachzuweisen, dass im Boden nicht nur Milzbrandsporen sich finden, sondern dass der Bacillus Authracis dort auch seinen ganzen Entwickelungsprocess unter gewissen Umständen durchlaufen kann, war der Zweck dieser Arbeit.

Es gab dazu verschiedene Wege. Der eine war, die Milzbrandbacillen direct im Boden mit dem Mikroskop nachzuweisen; der andere, das vegetative Vorkommen von Milzbrandbacterien im Boden durch den Nachweis ihrer Zersetzungsproducte, die sie eventuell während ihrer Entwickelung liefern, zu constatiren.

Die chemische Wirkung der Spaltpilze ist zwar noch ein wenig erforschter Punkt, allein es steht fest, dass viele derselben bestimmte Zersetzungsproducte liefern und dadurch ihre Anwesenheit manifestiren. Abgesehen von vielen anderen Wirkungen, wie z. B. Buttersäure- und Trimethylaminbildung bei Clostridium butyricum resp. Miccrococcus prodigiosus wird hauptsächlich die Nitrification im Boden auf die Spaltpilze zurückgeführt. Specielles darüber findet sich bei Schlösing und Münz »Recherches sur la Nitrification par les ferments organisés«[1]). Andere Arten von Pilzen reduciren die Nitrate, wie Meusel »De la putréfaction par les bactéries en présence des nitrats alkalins«[2]) und Dehérain et Maguenne »Sur la réduction des nitrats dans la terre arable«[3]) nachgewiesen haben. Eine solche Wirkung gibt Gayon et Dupeti[4]) an, soll auch der Bacillus Authracis haben. Man setzte neutralisirter Hühnerbrühe 10g Kaliumnitrat per Liter zu und gab an, dass die Nitrate abgenommen, und der Milzbrandpilz 0,1g Nitrite täglich per Liter geliefert habe. In derselben Weise die Bildung von Nitriten in

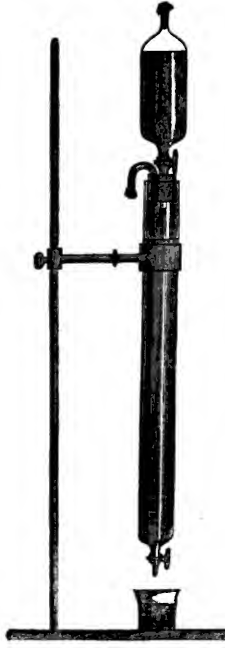
1) Compt. rend. LXXXVII Nr. 14. — 2) Ebenda 1875 p. 533. — 3) Ebenda LXCV, 691. 732. 854. — 4) Ebenda LXCV, 644—646.


Digitized by Google

mit Milzbrand inficirtem Boden und dadurch das vegetative Vorkommen desselben daselbst nachzuweisen, wurde versucht.

Der dazu verwendete Apparat war folgender (Fig. 1).

In ein Glasrohr von 40 cm Länge und 3,5 cm Durchmesser mit unten angeschmolzenem Glashahn wurden 250 ccm Gartenerde, resp. Kiesboden gefüllt. Mittels eines durchbohrten Gummistöpsels wurde auf dieses Rohr ein oben und unten ausgezogener Kolben von 400 ccm aufgesetzt, der an seinem unteren Ende ebenfalls durch einen Glashahn, an seinem oberen Ende durch einen 4 cm langen Wattepfropf verschlossen war. Der Gummistöpsel hatte noch eine zweite Durchbohrung, in welcher sich ein U-förmig gebogenes Glasrohr befand, dessen eines Ende frei in dem grösseren Glasrohre mündete, dessen anderes Ende ebenfalls durch einen Wattepfropf verschlossen war. Die zu den Versuchen verwendete Gartenerde, resp. der Kiesboden, wurden, ehe sie in die Glasröhre kamen, von allen grösseren Steinen bis zu 5 mm Durchmesser befreit und dann an drei aufeinanderfolgenden Tagen je 5 Stunden lang durch Glühen sterilisirt. Ebenso wurde der Harn, der als Nahrlösung verwendet werden sollte für die später einzulegenden Milzbrandculturen, ehe er in die Kolben gefüllt wurde, neutralisirt und im Dampfkochtopf sterilisirt. Durch Oeffnen des unter dem Kolben befindlichen Hahns konnte dann von dem milzbrand-


Fig. 1.

Digitized by Google

haltigen Harn eine beliebige Quantität in das untere Glasrohr, worin sich der Boden befand, abgelassen und dieser so inficirt werden. Harn wurde deshalb verwendet, weil einerseits ein solches Nährmaterial in der Natur sehr leicht vorkommen, andrerseits Boden mit Harn leicht inficirt werden kann, und weil endlich Milzbrand in Harn von einer gewissen Concentration (9 Theile Wasser, 1 Theil Harn) sehr schöne Culturen ergibt. Nachdem sowohl Kolben als Rohr ihre Füllung erhalten hatten, wurden die vollständig zusammengesetzten Apparate 5 Stunden lang in einem doppelwandigen Blechcylinder [1]) im strömenden Dampfe erhitzt.

Die Versuchsreihe war folgendermaassen angeordnet:

I. Im ersten Rohre befand sich 250 g Kiesboden. Der Aufsatzkolben enthielt 350 ccm sterilisirten Harn 10 %.

II. und III. Im zweiten und dritten Rohre befand sich 250 g sterilisirte Gartenerde. Der Aufsatzkolben enthielt 350 ccm sterilisirten Harn 10 %.

IV. Im vierten Rohre befand sich 250 g nicht sterilisirte Gartenerde. Der Aufsatzkolben enthielt 350 ccm nicht sterilisirten Harn 10 %.

Die an Apparat I, II und III befindlichen Hähne sowohl, als die Ansatzstellen der Gummistöpsel wurden, bevor sie in den Sterilisirapparat gebracht wurden, mit auf 100° erhitzter Watte gut umwickelt, so dass auch von diesen Punkten keine Infection zu fürchten war, und der ganze Apparat als pilzdicht und steril betrachtet werden konnte. Am folgenden Tage wurde der Aufsatzkolben von I und II, nachdem eine genügende Menge der noch sterilen Nährflüssigkeit abgelassen war, um den Boden zu imbibriren, aus einer Gelatinereincultur von Milzbrand vermittelst eines geglühten Platindrahtes inficirt. III und IV sollten als Controlrohre dienen. Am dritten Tage hatten sich in den inficirten Kolben sehr charakteristische Milzbrandculturen entwickelt: leichte Flocken, während die übrige Flüssigkeit vollständig klar blieb. Die Flüssigkeit im Kolben III war ebenfalls vollständig klar. Der Inhalt von Kolben IV hatte sich dagegen

1) Archiv für Hygiene Bd. 1 S. 177.

Digitized by Google

getrübt. — Von da ab wurden täglich 25^{ccm} aus sämmtlichen Kolben in die Rohre abgelassen und dann der obere Hahn wieder geschlossen. Eine Stunde später wurde der untere Hahn geöffnet. Die bis dahin überstehende Flüssigkeit sickerte dann durch, wurde in einem Becherglas aufgefangen und auf ihren Gehalt an Nitriten resp. Nitraten geprüft.

Die Ausflussöffnung des Rohres, worin sich der Boden befand, wurde nach dem jedesmaligen Ablassen der Flüssigkeit mit einem Wattepfropf verschlossen, welche in 1 proc. Sublimatlösung getaucht war. Die Bestimmung der Nitrite geschah nach der Methode von Feldhausen-Kubel, und zwar wurden 5^{ccm} der zu untersuchenden Flüssigkeit mit destillirtem Wasser auf 100^{ccm} aufgefüllt und 5^{ccm} verdünnte Schwefelsäure (1 : 3) zugesetzt. Dann wurde von einer titrirten Chamäleonlösung, von der $1^{ccm} = 0{,}19^{mg}$ salpetriger Säure war, soviel zugesetzt, bis eine bleibende hellrothe Färbung eintrat.

Bei der Bestimmung der Nitrate nach der Methode von Trommsdorf wurden 10^{ccm} der zu untersuchenden Flüssigkeit mit 10^{ccm} concentrirter Schwefelsäure versetzt und dann soviel von einer titrirten Indigolösung, von der 1^{ccm} 1^{mg} Salpetersäure entsprach, zugesetzt, dass eine flaschengrüne Färbung eintrat. War der Gehalt an Nitriten resp. Nitraten sehr gering, so wurde mit den doppelten Mengen, jedoch in sonst ganz analoger Weise gearbeitet.

Das Ergebnis der Untersuchungen, welche bei einer Zimmertemperatur von etwa 18—22° gemacht wurden, war folgendes:

Rohr	I		II		III		IV	
Tag	Nitrite	Nitrate	Nitrite	Nitrate	Nitrite	Nitrate	Nitrite	Nitrate
1	1,465	—	10,450	—	10,830	—	—	3,7
2	1,045	—	9,120	—	7,175	—	—	5,2
3	0,667	—	7,410	—	6,648	—	—	9,8
4	0,380	—	4,120	—	4,850	—	—	Nicht mehr untersucht
5	0,285	—	2,479	—	2,565	—	—	
6	0,190	—	1,425	—	2,029	—	—	
7	0,152	—	1,102	—	1,200	—	—	
8	0,114	—	0,760	—	1,148	—	—	
9	0,114	—	0,684	—	1,010	—	—	
10	0,095	—	0,570	—	0,782	—	—	

Digitized by Google

Die Tabelle zeigt eine Abnahme der Nitrite in der abgelassenen Flüssigkeit nicht nur der zwei ersten Rohre, welche mit Milzbrand inficirt wurden, sondern auch des Controlrohres III. Die Abnahme ist zwar in Rohr III eine anfangs etwas schnellere und nachher langsamere, als in dem sonst ganz gleich behandelten Rohr II; allein dieses auf die Infection zurückzuführen und daraus auf eine Vegetation von Milzbrand zu schliessen, wäre unberechtigt. Da diese Resultate den Angaben von Goyon und Dupeti zu widersprechen schienen, so wurde der dort angegebene Versuch wiederholt. Einem Liter frischer Bouillon wurden 10g Kaliumnitrat zugesetzt und davon 3 Kolben von je 300g sterilisirt. Es bildete sich jedoch ein sehr bedeutender Niederschlag, die ganze Flüssigkeit wurde trüb und musste deshalb noch einmal filtrirt werden. Beim zweiten Sterilisiren trat wieder eine Trübung und ein Niederschlag auf, so dass dieses nicht sehr günstige Material verlassen wurde. Es wurde dann 1 Liter 10proc. Harn 5g Kaliumnitrat zugesetzt. Diese Flüssigkeit blieb beim Sterilisiren vollständig klar und zeigte sich auch als ein sehr gutes Nährmaterial für Milzbrandbacterien; denn bei einer constanten Temperatur von 35° hatte sich schon 24 Stunden nach der Infection eine ausserordentlich üppige Milzbrandcultur darin entwickelt. Ein anderer Kolben, der ebenfalls sterilisirt und, ohne inficirt zu sein, bei gleicher Temperatur aufbewahrt wurde, blieb vollständig klar. Am dritten Tage nach der Infection wurden die Nitrate und Nitrite in beiden Kolben bestimmt und gleich gefunden, so dass weder eine Nitrat- noch Nitritbildung während des Wachsthums des Bacillus Anthracis stattzufinden scheint.

Die in Rohr I, II, III auftretenden Nitrite scheinen durch das Glühen gebildet worden zu sein; denn Rohr IV (dieselbe Gartenerde) zeigt keine Nitrite, sondern die nach Schlösing und Münz und anderen durch die Wirkung der Spaltpilze gebildeten Nitrate.

Ein besseres Resultat als die chemische Untersuchung ergab das Mikroskop. Der Inhalt von Rohr I wurde, nachdem inzwischen der Apparat 3 Tage nicht thätig gewesen war, in eine Schale

Digitized by Google

geschüttet und mit ein wenig gekochtem destillirten Wasser ausgezogen. Dann wurde ein Tropfen der überstehenden Flüssigkeit auf einem Deckglas eingetrocknet und mit Methylviolett gefärbt. Es fanden sich vereinzelte Bacillenfäden, welche aus kurzen, an den Enden scharf abgeschnittenen Gliedern bestanden und der Form nach den Milzbrandbacillen vollkommen gleichsehen.

Vom Inhalt des Rohres II wurden nach 5 Tagen von oben, aus der Mitte und von unten Proben genommen (etwa 25 ^{g}) und mit 20 ^{g} gekochtem destillirten Wasser übergossen und ein wenig geschüttelt. Die hiervon gemachten Präparate enthielten alle die bereits in Rohr I gefundenen Fäden in ziemlich grosser Anzahl. Als Beweis dafür, dass die gefundenen Fäden Milzbrand waren, kann man folgendes anführen:

1. Der Inhalt der Rohre sowohl, als der Kolben war vor der Infection mit Milzbrand vollständig steril und eine spätere Infection von aussen fand nicht statt, da keine Nitrate gefunden wurden, während nicht sterilisirte Gartenerde mit Harn übergossen nach wenigen Tagen Nitrate ergibt wie Rohr IV zeigt.
2. Im Rohr III fanden sich die in Rohr I und II gefundenen Bacillen nicht.
3. Eine Maus, welcher der vierte Theil des Inhalts einer Pravaz'schen Spritze des Wasserauszugs aus dem Boden des Rohres II injicirt wurde, starb nach 24 Stunden. Die mikroskopische Untersuchung zeigte die charakteristischen Milzbrandbacillen in allen Organen (Tafel III Fig. 2).
4. Ein Kaninchen, welchem eine Messerspitze des Bodens aus Rohr IV unter die Haut gebracht wurde, starb nach 36 Stunden ebenfalls. Die Untersuchung ergab die von Milzbrand der Form nach ziemlich stark verschiedenen Bacillen des malignem Oedems (Tafel III Fig. 4).
5. Der Gelatinenwachsthum der gefundenen Pilze stimmte sowohl im Thermostaten als auch bei Zimmertemperatur vollständig mit dem der Milzbrandbacterie überein.

Dass die aus Rohr II inficirte Maus an Milzbrand starb, kann nicht unbedingt als Beweis angeführt werden dafür, dass die gefundenen Bacillen Milzbrandbacillen waren; denn man kann

Digitized by Google



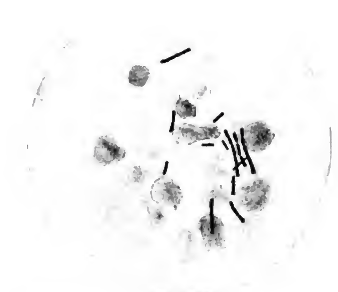


Fig. 1. Milzbrandbacillen aus Blut von Maus.



Fig. 4. Bacillen des malignen Oedems aus Kaninchenblut.



Fig. 2. Milzbrandbacillen aus Gelatine.

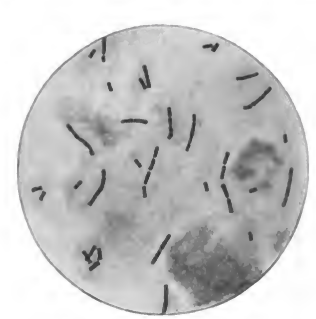


Fig. 5. Milzbrandbacillen aus Kiesboden.

UNIV. OF CALIFORNIA

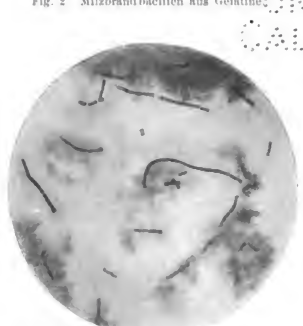


Fig. 3. Milzbrandbacillen aus Quarzboden.

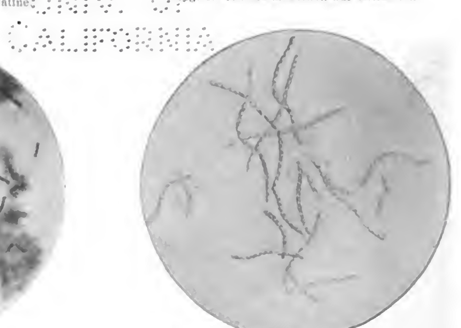


Fig. 6. Milzbrandsporen aus Quarzboden.

Digitized by Google

Digitized by Google

sich auch die Infection durch die in den Boden hineingeschwemmten Sporen bewirkt denken.

Ferner könnte man einwenden, dass die gefundenen Bacillen allerdings Milzbrandbacillen seien, aber nicht im Boden gewachsen, sondern mit der Nährlösung hereingebracht. Gegen diese Annahme spricht der Umstand, dass sich bei Zimmertemperatur die ursprünglichen Milzbrandbacillen, wenn kein selbständiges Wachsthum eingetreten wäre, wohl kaum so lange als Bacillen gehalten hätten, sondern es wäre in der Zeit, in welcher der Versuchsapparat in Thätigkeit war, wohl sicher eine Sporenbildung eingetreten. Wenn also die mikroskopische Untersuchung Bacillen ergibt, so muss angenommen werden, dass diese einer späteren Generation angehören, als die mit der Nährlösung in den Boden gebrachten; also dass sie im Boden selbst gewachsen sind. Ferner ist es unwahrscheinlich, dass Bacillenfäden von der Länge, wie sie selbst an den tiefsten Stellen des Versuchsrohrs zahlreich gefunden wurden, in den Boden hineingeschwemmt worden sind und werden können.

Das Resultat der mikroskopischen Untersuchung spricht also sehr dafür, dass Milzbrandbacterien im Boden wachsen können.

Um den Beweis hierfür vollständig sicher führen zu können, wurde eine weitere Reihe von Versuchen gemacht, bei welchen statt der complicirten Apparate der ersten Versuchsreihe, die eigentlich für die Untersuchung der eventuellen chemischen Wirkung des Bacillus Anthracis bestimmt waren, mit sehr einfachen Mitteln gearbeitet wurde.

Das Bodenmaterial war:

1. Ausgewaschener Quarzsand,
2. Kiesboden,
3. Gartenerde, welche beiden letzteren von den grösseren Steinen bis zu 4 mm Durchmesser befreit wurden.

Als Nährlösung wurden Stoffe verwendet, welche sämmtlich unter natürlichen Verhältnissen ähnlich eventuell vorkommen können, nämlich:

1. Harn concentrirt,
2. Harn 10 %,

Digitized by Google

3. Blut defibrinirt,
4. Blutserum,
5. Heuinfus (bereitet nach Buchner),
6. Nährgelatine (nach Koch 0,3 %).

Von den verschiedenen Bodenarten wurden je 50 g in Kolben von 150 g Inhalt gefüllt und dann eine der Nährlösungen zugesetzt und zwar:

	Harn conc. g	Harn 10 % g	Blut defibr. g	Blutserum g	Heuinfus g	Nährgelatine g
Quarz	10	10	10	15	10	10
Kies	10	10	10	10	10	10
Gartenerde . .	20	15	15	20	20	20

Jede Nummer dieser Zusammenstellung wurde doppelt angesetzt und zwar sollte die eine Versuchsreihe bei Zimmertemperatur von 18—22°, die andere bei 35° im Thermostaten durchgeführt werden. Dazu kommen noch von jeder Bodenart zwei Kolben, welche zur Controle der Sterilität benutzt werden sollten.

Sämmtliche Kolben wurden dann ohne Unterbrechung dreimal 24 Stunden im strömenden Dampfe erhitzt. Am dritten Tage wurde von jeder Bodensorte je einer der zur Controle bestimmten Kolben aus dem Sterilisirapparate genommen, im Freien mit 25 g sterilem Harn übergossen und zweimal 24 Stunden im Thermostaten bei 35° aufbewahrt.

In den Kolben, worin sich Quarz und Kies befanden, war am dritten Tage die überstehende Flüssigkeit vollständig klar und wurden bei der mikroskopischen Untersuchung keine Pilze gefunden. Die bei der Gartenerde überstehende Flüssigkeit war dagegen getrübt, roch unangenehm faulig und zeigte unter dem Mikroskop zahlreiche Spaltpilzformen.

Es wurde also die mit Quarz gefüllte Kolbenreihe aus dem Apparat genommen. Die mit Gartenerde, sowie auch die mit Kies gefüllten Kolben wurden, da letztere doch noch nicht gebraucht werden sollten, noch weitere dreimal 24 Stunden erhitzt. Die nunmehr sterilen Kolben wurden dann sämmtlich dem Apparate

Digitized by Google

entnommen und in einem kalten Raume aufbewahrt. Die Infection geschah in der Weise, dass mit einer wohlgeglühten Pipette aus einer starken Milzbrandcultur in Harn, welche, wie die später mikroskopische Untersuchung zeigte, fast ausschliesslich aus Sporen bestand, ein wenig aufgesaugt wurde. Es wurden dann davon in jeden Kolben 3—4 Tropfen abgelassen. Die Versuche wurden in drei Abtheilungen durchgeführt. Zuerst die Quarzreihe, dann der Kies und zuletzt die Gartenerde.

Die Untersuchung geschah in der Weise, dass 10^{ccm} gekochten destillirten Wassers in das zu untersuchende Kölbchen gebracht und mit dem Inhalt desselben so lange geschüttelt wurde, bis derselbe, wenigstens bei dem Kies und der Gartenerde, einen Brei bildete. Eventuell (bei Blutserum) wurde das Schütteln noch durch Umrühren mit einem geglühten Glasstabe unterstützt. Nach einiger Zeit wurden dann von der überstehenden Flüssigkeit einige Tropfen in ein Uhrglas abgegossen und davon einige Proben in der gewöhnlichen Weise theils mit Methylviolett, theils mit Methylenblau gefärbt untersucht.

Das Ergebnis desselben war, nach den Nährlösungen geordnet, folgendes:

I. Nährlösung: Harn concentrirt.

Im Thermostaten bei 35°.	In Zimmertemperatur von 18—22°.
1. Quarz.	
a.	b.
Untersuchung nach 48 Stunden ergibt viele lange Milzbrandfäden und Sporen in allen Stadien der Entwickelung. Infectionsprobe Nr. I.	Flasche beim Sterilisiren zu Grunde gegangen.
2. Kies.	
a.	b.
Untersuchung nach 48 Stunden. Bacillen spärlich. Fäden nicht sehr lang; theilweise im Begriff der Sporenbildung.	Untersuchung nach 48 Stunden. Bacillenfäden spärlich. Mehr vereinzelte Bacillen und Sporen.
3. Gartenerde.	
a.	b.
Untersuchung nach 72 Stunden. Sehr vereinzelte Stäbchen; erst bei genauem Suchen auffindbar. Sporen wurden nicht bemerkt.	Untersuchung nach 72 Stunden. Bacillenfäden sehr vereinzelt. Sporen nicht zahlreich.

Digitized by Google

II. Nährlösung: Harn 10%.

Im Thermostaten bei 35°.	In Zimmertemperatur von 18—22°.
1. Quarz.	
a.	b.
Untersuchung nach 48 Stunden. Sehr zahlreiche Milzbrandpilze in allen Stufen der Entwickelung. Besonders viel Sporen.	Untersuchung nach 48 Stunden. Hauptsächlich sehr lange Bacillenfäden. Sporen nicht zahlreich.
2. Kies.	
a.	b.
Untersuchung nach 48 Stunden. Kürzere Bacillenfäden und vereinzelte Bacillen ziemlich zahlreich. Tafel III Fig. 5.	Untersuchung nach 48 Stunden. Bacillenfäden sowie Sporen spärlich. Erstere kurz aus 2—3 Gliedern bestehend.
3. Gartenerde.	
a.	b.
Untersuchung nach 72 Stunden. Stäbchen und Bacillenfäden selten. Sporen ebenfalls wenig zahlreich.	Untersuchung nach 72 Stunden. Sporen und einzelne Bacillen; jedoch nicht sehr zahlreich.

III. Nährlösung: Blut defibrinirt.

Im Thermostaten bei 35°.	In Zimmertemperatur von 18—22°.
1. Quarz.	
a.	b.
Untersuchung nach 48 Stunden. Lange Fäden fehlen. Kürzere sporenhaltig. Viele freie Sporen.	Untersuchung nach 48 Stunden. Lange und kurze Fäden zahlreich. Sporen vereinzelt.
2. Kies.	
a.	b.
Untersuchung nach 48 Stunden. Längere Fäden nicht selten. Theilweise in Sporenbildung begriffen. Viel freie Sporen.	Flasche beim Sterilisiren zu Grunde gegangen.
3. Gartenerde.	
a.	b.
Untersuchung nach 72 Stunden. Fäden nicht gerade selten; sehr gut charakterisirt. Sporen zahlreich.	Untersuchung nach 72 Stunden. Einzelne Bacillen und viel keimende Sporen.

IV. Nährlösung: Blutserum.

Im Thermostaten bei 35°.	In Zimmertemperatur von 18—22°.
1. Quarz.	
a.	b.
Untersuchung nach 48 Stunden. Viele ziemlich lange Fäden. Die Sporen als helle, glänzende Punkte in dem geronnenen Serum.	Untersuchung nach 48 Stunden. Sehr zahlreiche, kürzere Fäden. Sporen fehlen. Fäden nicht im Zustande der Sporenbildung (Tafel III Fig. 3).

Digitized by Google

Im Thermostaten bei 35°. | In Zimmertemperatur von 18—22°.

2. Kies.

a.

Untersuchung nach 48 Stunden. Sehr viele Sporen. Längere Fäden fehlen. Kürzere spärlich und sporenhaltig.

b.

Untersuchung nach 48 Stunden. Ziemlich zahlreiche, mehr einzelne Bacillen.

3. Gartenerde.

a.

Untersuchung nach 72 Stunden. Ziemlich viel Fäden von mittlerer Länge (3—6 Bacillen). Zahlreiche Sporen. Einzelne sporenhaltige Fäden.

b.

Untersuchung nach 72 Stunden. Einzelne Bacillen ziemlich zahlreich. Viel keimende Sporen.

V. Nährlösung: Heuinfus.

Im Thermostaten bei 35°. | In Zimmertemperatur von 18—22°.

1. Quarz.

a.

Untersuchung nach 48 Stnnden. Sehr wenig längere Bacillenfäden. Fast nur Fäden im Zustande der Sporenbildung und (Tafel III Fig. 6) Sporen.

b.

Untersuchung nach 48 Stunden. Viele längere Fäden. Sporen fehlen.

2. Kies.

a.

Untersuchung nach 48 Stnnden. Längere Fäden sehr selten. Mehr vereinzelte Bacillen.

b.

Untersuchung nach 48 Stunden. Bacillenfäden wurden nicht gefunden. Sporen?

3. Gartenerde.

a.

Untersuchung nach 72 Stunden. Nur einzelne Fäden. (3—4 in jedem Präparate.)

b.

Untersuchung nach 72 Stunden. Keine Fäden; Bacillen vereinzelt. Sporen wurden nicht bemerkt.

VI. Nährlösung: Gelatine.

Im Thermostaten bei 35°. | In Zimmertemperatur von 18—22°.

1. Quarz.

a.

Untersuchung nach 48 Stunden. Alle Entwickelungsformen; aber nicht besonders zahlreich.

b.

Untersuchung nach 48 Stunden. Viele Fäden; Sporen fehlen vollständig.

2. Kies.

a.

Untersuchung nach 48 Stunden. Vereinzelte Bacillen. Sporen wenig zahlreich.

b.

Untersuchung nach 48 Stunden. Spärliche Fäden und Bacillen.

Digitized by Google

Im Thermostaten bei 35°.	In Zimmertemperatur von 18—22°.
3. Gartenerde.	
a.	b.
Untersuchung nach 72 Stunden. Häufigere Fäden und Sporen (meist 2—4 Bacillen hintereinander).	Untersuchung nach 72 Stunden. Bacillen fehlen. Sporen wurden nicht bemerkt.

Infectionsproben wurden vorgenommen aus:

I. 1 a). Einer weissen Maus wurde ⅓ einer Pravaz'schen Spritze des Wasserauszugs aus dem Boden unter die Rückenhaut injicirt. Das Thierchen starb nach weniger als 24 Stunden. Die Watte, welche in dem Becherglase sich befand, worin es war, zeigte rothgelbe Flecken, welche von dem blutigen Urin des Thieres herrührten. Die Section ergab kein Exsudat in der Bauchhöhle, dagegen zahlreiche Milzbrandbacillen in der Milz und den übrigen Organen.

IV. 1 b). Einem sehr grossen Meerschwein wurde ½ Pravaz'sche Spritze unter die Rückenhaut injicirt. Das Thier starb nach 36 Stunden. Die Section, die nach etwa 50 Stunden stattfand, ergab folgendes. In der Bauchhöhle befand sich kein Exsudat. Die Milz war braunschwarz und fast doppelt so gross als gewöhnlich. In der Lunge fanden sich einzelne eingesprengte dunkelrothe Partien. Das Mikroskop zeigte massenhaft die charakteristischen Milzbrandbacillen in Blut, Milz und Lunge.

IV. 2 b). Einer nicht sehr grossen weissen Maus wurde 1^{cm} unterhalb der Schwanzwurzel mit einem geglühten Messer ein etwa $3—4^{mm}$ lange Einschnitt in den Schwanz gemacht und darauf ein Tropfen der Infectionsflüssigkeit gebracht. Das Thierchen starb nach 24 Stunden. In der Milz fanden sich zahlreiche Milzbrandbacillen.

V. 3 b). Einer Maus wurde ⅓ von dem Inhalt einer Pravaz'schen Spritze unter die Rückenhaut injicirt. Die Cannüle passte jedoch in diesem Falle nicht recht auf die Spritze, so dass der grösste Theil der Flüssigkeit verloren ging. Das Thier starb dennoch nach 48 Stunden. Die mikroskopische Untersuchung ergab Milzbrand.

Gegen diese Infectionsversuche könnten zwei Einwände gemacht werden und zwar

1. könnte man sagen, dass die Infection der Thiere nicht durch die im Boden gewachsenen Milzbrandbacillen, oder Sporen

Digitized by Google

zu Stande gekommen sei, sondern durch das in den Boden hineingebrachte Material.

Dieser Einwand kann nicht direct widerlegt werden. Die Thiere könnten ebensowohl durch das in den Boden gebrachte Material inficirt sein, als durch das eben daselbst gewachsene. Eine Infection durch das im Boden selbst gewachsene Material ist aber um so wahrscheinlicher, als das in den Boden gebrachte Material fast ausschliesslich aus Sporen bestand, während die später mikroskopische Untersuchung nicht allein Sporen, sondern auch lange Bacillenfäden, Bacillenfäden, welche in Sporenbildung begriffen waren, und einzelne Bacillen zeigte. Ferner spricht dagegen der Umstand, dass das den Boden inficirende Material relativ sehr gering war (3 Tropfen) und auf eine grosse Masse (50^g Boden, $10-20^g$ Nährlösung und 10^g Wasser) vertheilt wurde. Hätte dasselbe sich nicht im Boden selbständig vermehrt, so würden sich bei der mikroskopischen Untersuchung nicht so massenhaft auftretende Milzbrandbacterien in allen Stufen der Entwickelung haben finden können, wie es bei manchen Versuchskolben der Fall war.

2. Könnte der Einwand erhoben werden, dass eine Verwechselung mit dem Bacillus des malignen Oedems stattgefunden hätte. Dass dieses eventuell geschehen kann, wenn ein Vergleich unmöglich ist und nur eine Bacillenart vorliegt, ist erklärlich. Wenn dagegen ein Vergleich angestellt werden kann, so sieht man leicht, welch grosse Formenverschiedenheit diese beiden Bacillenarten zeigen und ist bei einiger Aufmerksamkeit eine Verwechselung wohl zu vermeiden.

Die Abbildung Taf. III Fig. 1 und 4, welche mit den Photogrammen von Koch [1]) vollständig übereinstimmen, werden dieses bestätigen. Endlich muss, um den Beweis vollständig zu führen, dass die im Boden gefundenen Bacillen Milzbrandbacillen waren, noch der Umstand angeführt werden, dass das Wachsthum derselben in flüssigen wie auch auf festen Nährlösungen in Zimmertemperatur und im Thermostaten bei 35° mit dem des echten Milzbrands vollständig übereinstimmte.

1) Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen Bd. 2 Heft 2 und im 1. Bande der Mittheilungen des Reichs-Gesundheitsamtes.

Digitized by Google

Das Ergebniss war also im allgemeinen ein positives. Es fanden sich in allen drei Bodenarten sämmtliche Entwickelungsformen der Milzbrandbacterie: Einzelne Bacillen, Bacillenfäden, sporenhaltige Bacillenfäden und Sporen. Daraus lässt sich mit Sicherheit der Schluss ziehen, dass der Bacillus Authracis unter gewissen, günstigen Umständen sehr wohl im Boden wachsen kann. Die Bodenart ist dabei durchaus nicht gleichgültig; denn die vorhergehenden Versuchsergebnisse zeigen eine grosse Verschiedenheit in dieser Hinsicht. Im allgemeinen scheint der Milzbrand einen nur mässig verunreinigten Boden vorzuziehen; die üppigsten Culturen finden sich im Quarzsand, weniger gute im Kies und die schlechtesten in der Gartenerde.

Die Verschiedenheit der Temperatur scheint bei den Versuchen nur insofern von Bedeutung zu sein, als selbstversändlich bei 35° ein schnelleres Wachsthum stattfindet, als bei Zimmertemperatur. Es finden sich daher im allgemeinen in der Versuchsreihe, welche im Thermostaten stand, weiter vorgeschrittene Formen, als bei der in Zimmertemperatur befindlichen. Von den angewandten Nährlösungen schienen Harn und Blut sich mehr für Milzbrand zu eignen, als Heuinfus und Gelatine, wenngleich dort die Verschiedenheit unter gewissen Umständen bei weitem nicht so stark herantritt, wie bei den Bodenarten.

Also dass Milzbrand im Boden wachsen kann, steht fest. Weshalb sollte man nun nicht annehmen, dass ein solches Wachsthum auch thatsächlich in der Natur stattfindet, da die günstigen Bedingungen sehr oft vorhanden sind, und durch eine solche Annahme manche dunkle Punkte in der Milzbrandätiologie ihre Erklärung finden würden?

Es soll keineswegs in Abrede gestellt werden, dass sich unter Umständen das Leben der Milzbrandbacillen so gestalten kann, wie Koch es angibt; dass sie sich auf pflanzlichen Nährsubstraten aus den von jeher dort abgelagerten Keimen in sumpfigen Gegenden entwickeln können, dass sie dann mit Ueberschwemmungen auf die Futterkräuter der Weiden kommen und dort eine Infection stattfindet.

Digitized by Google

Unter Umständen kann so etwas wohl vorkommen, ob es aber in der Regel so ist, erscheint doch fraglich.

Ueberschwemmungen, welche die Infectionskeime verbreiten sollen, pflegen (wenigstens im Tieflande) im Winter und Frühjahr stattzufinden. »Auf Futterstoffe an überfluteten Weideplätzen«, können dann aber die Infectionskeime nicht abgesetzt werden, weil die Futterstoffe noch nicht vorhanden sind. Wenn aber dennoch speciell durch das Futter Infectionen herbeigeführt werden (denn anders sind wohl kaum die bei Stallfütterung im Winter zuweilen sporadisch auftretenden Fälle zu erklären), so findet diese Thatsache ihre Deutung leicht in dem Umstande, dass mit dem Futter stets demselben anhaftende Theile des Bodens in das Thier gelangen. Dass dadurch ab und zu Infectionen erfolgen, ist natürlich sehr wohl möglich.

Ferner würde nicht leicht ein so circumscriptes Auftreten des Milzbrands stattfinden können, wie es thatsächlich der Fall ist, da das Wasser eines Flusses die an seinem Ufer lagernden Keime bei nur einigermaassen höherem Wasserstande, wie er alljährlich stattfindet, mit sich forttragen und so bei Ueberschwemmungen eine viel ausgedehntere Infection herbeiführen würde.

Endlich müsste man, wie schon in der Einleitung bemerkt ist, den Milzbrandsporen eine ganz ausserordentliche Resistenz zumuthen, wenn man annimmt, dass sie nicht im Kampfe mit den ihnen an Zahl sicher weit überlegenen Fäulnisbacterien ihrer sich zersetzenden Substrate zu Grunde gehen, eine Resistenz, welche für organisirte Körper, wie sie, etwas Unwahrscheinliches hat. Auf denselben Substraten sollen sich dann auch, wie Koch annimmt, alljährlich unter günstigen Temperaturverhältnissen die Milzbrandsporen vermehren, also Bacillenfäden und neue Sporen bilden. Wenn es schon nicht ganz wahrscheinlich ist, dass die Sporen der Fäulnis lange widerstehen, so ist es noch weniger wahrscheinlich, dass unter diesen Umständen eine Fortpflanzung eintreten kann. Die höheren Temperaturen, welche ein Wachsthum der Milzbrandsporen ermöglichen, begünstigen auch das der Fäulnispilze. Und dass die Milzbrandbacillen den Fäulnis-

Digitized by Google

pilzen nicht gewachsen sind, kann man experimentell leicht nachweisen. Während in sterilem Blutserum sich sehr üppige Milzbrandculturen erzeugen lassen, findet man in an der Luft stehendem Blute, welches ausserordentlich zahlreiche Milzbrandbacillen enthielt, schon nach wenigen Tagen, sobald Fäulnispilze aufzutreten beginnen, eine bedeutende Abnahme der Stäbchen; mit dem Fortschreiten der Fäulnis verschwinden letztere immer mehr und nach 8—9 Tagen sind überhaupt keine Milzbrandbacillen mehr zu sehen. Ein solches Blut vermag denn auch keine Milzbrandinfection mehr herbeizuführen; das beste Zeichen, dass die Milzbrandbacillen den Fäulnispilzen unterlegen sind [1]).

Dass also das Lebensbild der Milzbrandbacterie in der Regel ein derartiges ist, wie es Koch vermuthet, ist sehr unwahrscheinlich. Viel wahrscheinlicher ist es, das ein Wachsthum des Milzbrands im Boden thatsächlich stattfindet. Die Möglichkeit ist durch die mitgetheilten Versuche erwiesen, und die günstigen Bedingungen, der nicht zu sehr verunreinigte Boden, der Nährstoff und die passende Temperatur, sind zu gewissen Zeiten sehr häufig vorhanden. Kommt doch in dem bacillenhaltigen Harn der milzbrandkranken Thiere oft das den Boden inficirende Material gleichzeitig mit der Nährlösung in den Boden. In diesem Falle ist es sehr wahrscheinlich, dass sich bei günstigem, feuchtwarmen Wetter nicht nur daraus Sporen, sondern auch aus diesen wieder neue Bacillen und Sporengenerationen bilden werden, welche endlich bei eintretenden ungünstigen Umständen in diesem Zustande verbleiben, bis ihnen neue Nahrungszufuhr, oder bei Vorhandensein derselben, neue Feuchtigkeit und gleichzeitig passende Temperatur Gelegenheit gibt, ihren Entwickelungsgang von neuem zu durchlaufen.

Die Weiterentwickelung der so einmal in den Boden gebrachten Sporen scheint in der Folge vom Feuchtigkeitsgrade desselben beeinflusst zu werden.

Wie die Statistik ergibt, prädisponiren vorhergegangene Ueberschwemmungen in Milzbrandgegenden sehr zu einer Epizootie, und der in der Einleitung erwähnte Fall, wonach eine

1) Feser a. a. O. S. 92.

solche durch Tieferlegung des Grundwasserspiegels zum Erlöschen gebracht wurde, spricht ebenfalls dafür, dass eine ähnliche Abhängigkeit des Milzbrandcontagiums vom Grundwasser stattfindet, wie bei dem von Thyphus und Cholera. So ergibt es sich denn von selbst, dass, abgesehen von Nährmaterial und von der Temperatur, gewisse Punkte der Entwickelung der Milzbrandbacterie günstiger sind, gewisse weniger günstig, oder, was dasselbe ist, dass in bestimmten Gegenden das Gift constant sich im Boden zu halten vermag, um bei Gelegenheit sich stark zu entwickeln und, vielleicht mit Hilfe der Capillarität an die Oberfläche gebracht, zahlreiche Infectionen zu bewirken; dass an anderen Stellen dagegen die in den Boden hineingebrachten Sporen entweder mit der Zeit gänzlich zu Grunde gehen, oder nur eine geringe Entwickelung stattfindet, so dass, wenn überhaupt Infectionen vorkommen, dieselben nur wenig zahlreich sind.

Es würde zu weit führen, näher darauf einzugehen, wie die Art der Infection stattfindet und in welcher Weise man derselben entgegentreten kann.

Zweck dieser Arbeit war, nachzuweisen, dass die Milzbrandbacterie im Boden ihren ganzen Entwickelungsgang durchlaufen kann. Dieser Nachweis wurde geliefert und so erscheint die Thatsache, »dass der Milzbrand an gewissen wenigen Punkten seinen ständigen Ursprung hat, und von dort aus zeitweise grössere Verbreitung erhält« (Feser) — ein Satz, der sonst dunkel und unerklärlich war — leicht verständlich und vollkommen berechtigt.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Geheimrath v. Pettenkofer, der mir die Mittel des hygienischen Instituts in der liebenswürdigsten Weise zur Verfügung stellte und mich stets mit seinem Rathe unterstützte, sowie in gleicher Weise auch Herrn Privatdocenten Dr. Emmerich meinen besten Dank auszusprechen.

Digitized by Google

Die Verbreitung von Spaltpilzen durch Fliegen.

Von

G. Marpmann.

In der Zeit von Anfang Mai bis Ende Juni vor. Js. habe ich 230 Fliegen der verschiedenen im Zimmer vorkommenden Arten auf Spaltpilze untersucht und gefunden, dass im Innern dieser Fliegen immer Spaltpilze vorkommen.

Die Untersuchung wurde in der Weise vorgenommen, dass die betreffende Fliege mit der Pincette auf ein Deckgläschen gelegt und durch den Druck eines Glasstäbchens ein Tropfen Flüssigkeit aus dem Rüssel und ebenso auf einem zweiten Gläschen aus dem After hervorgepresst wurde. Diese Flüssigkeiten wurden am Deckgläschen angetrocknet und lege artis gefärbt.

Ich habe gefunden, dass in der Flüssigkeit aus dem After immer Micrococcen und Bacillen, in der Flüssigkeit aus dem Rüssel in sehr vielen Fällen Bacillen vorhanden waren. Dagegen traten diese letzteren in der Mundflüssigkeit immer nur spärlich auf.

Dieser Befund hat nun durchaus nichts Besonderes und ist vorauszusehen, wenn man das Vorkommen der Spaltpilze in höheren Thieren als bekannt voraussetzt.

Vorliegende Untersuchungen wurden unternommen, um einer Ansicht näher zu treten, welche unter den ostfriesischen Bauern ziemlich verbreitet ist, der Ansicht nämlich, dass die epidemisch auftretende Schweineseuche[1]) »durch Fliegen von einem Stall zum andern verbreitet wird«. An verschiedenen Orten habe ich diese Ansicht gehört, und habe auch gefunden, dass einzelne Besitzer

1) Gewöhnlich Rothlauf genannt, doch werden unter dem Namen verschiedene Krankheiten der Schweine zusammengefasst.

Digitized by Google

ihre Schweineställe absichtlich verdunkelten, um die Fliegen fern zu halten. In den verdunkelten Ställen sollen die Schweine gesund bleiben. — Diese Ansicht war es also, welche mich zu vorgelegter Arbeit veranlasste. Es drängt sich zuerst die Frage auf, »woher stammen die in den Fliegen vorkommenden Spaltpilze?« Diese Frage kann nur durch directe Fütterungsversuche mit charakteristischen Spaltpilzen entschieden werden.

Zur Zeit hatte ich Micrococcus prodigiosus auf Kartoffelscheiben, und Bacillus foetidus (Bacterium foetidum Thin) auf Nährgelatine in Cultur, die sich beide durch ihre charakteristischen Eigenschaften zu den Versuchen eignen. Die betreffende Pilzprobe (Kartoffelscheibe oder Objectträger) wurde mitten auf einen flachen Teller gelegt, über die Probe ein 2^{cm} hoher Drathdreifuss gestellt und auf letzterem eine Glasscheibe gelegt, gross genug um die Probe reichlich zu bedecken. Ueber das Ganze wurde eine grosse Glasglocke gestürzt und bei jedem Versuch 4 bis 5 lebende frisch gefangene Stubenfliegen mit eingeschlossen. Es lag mir daran, die Excremente möglichst rein zu halten und deshalb wurden die Pilzproben mit der Glasscheibe bedeckt, um ein Verstäuben der Pilze durch die sehr beweglichen Thiere zu vermeiden. Nach 3 bis 4 Tagen waren sämmtliche Fliegen gestorben, dieselben wurden nun einzeln vorgenommen, mit sterilisirter Scheere der Länge nach durchschnitten und dann von den verschiedenen Theilen mit der Nadel auf Nährgelatine Impfungen gemacht.

32 Stubenfliegen waren zu verschiedenen Zeiten nacheinander mit Micrococcus prodigious zusammengebracht. Von den 32 Impfobjecten waren 7 charakteristische gelbrothe Colonien von 4 Fliegen aufgegangen und zwar von einer Fliege 3, von einer zweiten 2 und von den beiden letzten je eine Colonie. In allen Objecten waren dagegen aus den gemachten Impfstichen theils Schimmelpilze, theils weisse Colonien von Micrococcen, Bacillen und Bacterien aufgegangen.

Weiter wurden 25 Fliegen zu fünf je 5 Stück mit Bacterium foetidum zusammengebracht. Culturen dieser Pilze auf Gelatine besitzen den unangenehmen Geruch des Fussschweisses.

Digitized by Google

Die Impfobjecte wurden einzeln in Glascylinder gelegt, welche unten mit feuchtem Filtrirpapier angefüllt waren, und die Oeffnung mit einem Glasstöpsel verschlossen.

Bei einem Präparat bekam ich nach 3 Tagen beim Oeffnen des Cylinders den intensiven Geruch und ferner 2 Culturen des Bacillus auf der Gelatine.

Ausserdem wurden 20 Impfungen mit den frischen, noch feuchten Excrementen der Versuchsfliegen gemacht, die Excremente wurden aus den höchsten Theilen der Glasglocken entnommen. Dabei wurde nur eine kleine rothe Colonie gewonnen, die jedoch schon sehr schnell von anderen Spaltpilzen überwuchert war. Aus allen Impfstichen gingen dagegen die verschiedensten Spalt- und Schimmelpilze auf.

So war durch diese Versuche entschieden, dass die Fliegen mit ihren Nahrungsstoffen Spaltpilze aufnehmen können, und zweitens ergab sich die wichtige Thatsache, dass diese Pilze nicht im Körper der Fliegen zerstört werden, sondern ihre Entwickelungsfähigkeit nicht nur im lebenden Körper, sondern selbst noch in den Excrementen bewahren. Dass die eingeschlossenen Fliegen bereits in kurzer Zeit gestorben waren, liegt vielleicht an einer Vergiftung durch die Spaltpilze oder wahrscheinlicher am Luftmangel, denn die Fliegen starben auch unter Glasglocken, die nur ein Schälchen mit reinem Wasser enthielten.

In der letzten Hälfte des Monats Juni hatte ich zwei Schälchen mit Himbeersaft frei in zwei verschiedenen Zimmern aufgestellt; die eine Probe hatte einen Zusatz von arseniger Säure, die andere einen Zusatz von Sublimat erhalten. Die Fliegen, welche von diesen vergifteten Säften genascht hatten, erbrachen nach kurzer Zeit einen klaren röthlichen Saft, der zu Probeimpfungen auf Blutserum benutzt wurde. Aus den Impfstichen wuchsen verschiedene Spaltpilzcolonien auf. Auch wurden einige gestorbene Fliegen, die in der Nähe der Saftschälchen lagen und jedenfalls vergiftet waren, der Länge nach durchschnitten und mit den Cadaversäften Impfungen auf Gelatine gemacht. Auch diese Impfungen waren fertil. Es waren bei diesen letzten Versuchen die verschiedensten Colonien von Spalt- und Schimmel-

Digitized by Google

pilzen aufgegangen, und daraus folgt, dass die Pilzsporen in vergifteten Fliegen ihre Entwickelungsfähigkeit nicht einbüssen, sondern sich gerade so entwickeln wie die Keime aus lebend gefangenen Fliegen.

Wenn man auch schon seit längerer Zeit angenommen hat, dass die beobachteten Vergiftungen durch Fliegen- und Insectenstiche daher rühren, dass diese Insecten an Cadavern gefressen hatten und das Leichengift übertragen sollten, so ist meines Wissens doch bis jetzt kein directer Versuch angestellt, den Zusammenhang von Spaltpilzinfectionen mit Fliegen nachzuweisen. Man hat allerdings angenommen, dass Milzbrand durch Insecten übertragbar sei, und Grossi hat bewiesen, dass die Fliegen im Stande sind Helminthen-Eier, rothe Blutkörperchen und Lycopodiumpollen unversehrt aufzunehmen. Aus vorliegenden Versuchen ersieht man jedoch, dass die niederen Pilze von den Fliegen nicht nur direct aufgenommen werden, sondern, dass diese Pilze sowohl in den Fliegen als auch in den Se- und Excreten entwickelungsfähig bleiben, und aus diesem Grunde muss man in den Insecten eines der wirksamsten Verbreitungsmittel für Spaltpilze und für Infectionskrankheiten sehen, und dieses Mittel vom hygienischen Standpunkte aus zu bekämpfen suchen.

So interessant es gewesen wäre, die Versuche auf Tuberkelbacillen auszudehnen, so musste ich hierauf verzichten, weil mir während der Zeit kein passendes Sputum zur Verfügung stand und die Zeit zu Versuchen mit Impftuberculose fehlte. Vielleicht gelingt es durch fortgesetzte Beobachtungen zu finden, ob die eine Insectenspecies einen specifischen Spaltpilz mehr begünstigt als eine andere Art; ob also der eine Spaltpilz sich in einem Insect zum Nachtheil eines anderen schnell entwickeln kann. Ueber diese naheliegende Frage ist zur Zeit noch kein positives Urtheil zu fällen. In Bezug auf die oben erwähnte Beobachtung der ostfriesischen Landwirthe dürften diese Versuche nur so viel feststellen, dass eine Uebertragung der Ansteckungsstoffe des Schweine-Rothlaufs durch Insecten sehr wahrscheinlich ist — ich hoffe dieser speciellen Frage im Laufe dieses Sommers noch näher treten zu können.

Digitized by Google

Mittheilungen aus dem hygienischen Institut der Budapester Universität.

Von

Prof. Dr. J. v. Fodor
in Budapest.

Im Folgenden beginne ich die aus dem hygienischen Institut der Universität zu Budapest hervorgegangenen Arbeiten sowie die neueren Erscheinungen unserer hygienischen Literatur — sofern dieselben deutsch noch nicht erschienen waren — in kurzen Auszügen zu veröffentlichen.

Das hygienische Institut in Budapest befindet sich in sehr ungünstigen Verhältnissen. Vor 10 Jahren errichtet, erhielt es alles in allem 3000 fl. (5000 ℳ) zur Einrichtung und sein jährliches Etat beträgt bloss 600 fl. (1000 ℳ). Es lässt sich leicht beurtheilen, was für ein Forschungsapparat mit dieser geringen Summe angeschafft werden kann und welch enge Grenzen den Arbeiten im Laboratorium durch die kärgliche Dotation gezogen sind.

Ueberhaupt ist man, meines Wissens, ausser in München, Leipzig und Berlin, überall äusserst engherzig, ja geradezu blind, wenn es sich um Errichtung und Ausstattung von Laboratorien für die Hygiene handelt. Astronomie, Botanik, Chemie, Ethnologie, Anatomie u. a. werden mit grossen, kostspieligen und reichhaltigen Instituten ausgestattet — und mit Recht. Nur die Hygiene, die modernste und humanste der menschlichen Künste und Wissenschaften, wird an unseren Universitäten gezwungen in provisorischen Localitäten mit unzulänglichen Mitteln ihr Dasein zu fristen.

Und doch hat die Hygiene nicht nur eine hochwichtige socialwirthschaftliche Aufgabe, sondern sie hat auch ihre eigenen wissenschaftlichen Ziele und Bestrebungen, wie auch eine eigene,

Digitized by Google

auf Naturwissenschaft beruhende Methodik. Und wenn letztere bei weitem noch nicht eine entwickelte ist: um so mehr müsste man bestrebt sein, die Leistungsfähigkeit der hygienischen Institute zu heben, damit sie auch diese Methodik vervollkommnen und mit deren Hilfe die Hygiene zu ihrem wissenschaftlichen und humanitären Ziel verhelfen könnten.

Die Hygiene kann nicht einer Pallas gleich als fertige wissenschaftliche Disciplin entstehen; sie bedarf der Entwickelung. Dazu ist aber die Erziehung geeigneter Fachkräfte, die Errichtung von Instituten, die Bewilligung der Kosten und vor allem die Unterstützung derer nöthig, die für wissenschaftliche Forschung im allgemeinen, sowie für den Humanismus aufrichtige Gefühle pflegen. Sind nur einmal die Mittel für eine wissenschaftliche Bearbeitung der Hygiene vorhanden, so wird der Genius der Wissenschaften gewiss auch auf diesen Wissenszweig befruchtend einwirken, wie er es bei vielen anderen Zweigen menschlichen Wissens gethan, welche noch vor einem Menschenalter — als die geistigen Kräfte und materiellen Hilfsmittel für eine erspriessliche Thätigkeit noch fehlten — dem Metzgerhandwerk kaum ein wenig überlegen waren.

Im heutigen Anfangsstadium sind zum wissenschaftlichen Aufbau der Hygiene viele, wenn auch bescheidene Bausteine nöthig und als solche wünsche ich die folgenden kleineren Mittheilungen beurtheilt zu sehen.

I. Ueber die Untersuchung der Marktmilch.

Von Prof. Dr. J. v. Fodor[1]).

Im Auftrag des königl. ungarischen Ministers für Inneres hat der Sanitätsrath folgenden, von dem Mitglied Prof. v. Fodor, ausgearbeiteten Entwurf zur Untersuchung der Milch am Verkaufsort auf ihre Qualität in Vorschlag gebracht:

1. Bei der Untersuchung der Marktmilch am Verkaufsort ist mit einem zweckmässig construirten Areometer (Recknagel oder Soxhlet) das specifische Gewicht festzustellen.

---

1) Közegészségügy és törvényszéki orvostan 1883 Nr. 5.

Digitized by Google

Jede Milch, deren specifisches Gewicht bei der mit der nöthigen Umsicht und Sachkenntnis ausgeführten Bestimmung, auf eine Temperatur von 15° C. reducirt, mindestens 1,030 bis höchstens 1,034 befunden wird, kann — sofern Geschmack, Farbe und Geruch der reinen Milch entsprechen, kein Bodensatz vorhanden und die Reaction sehr schwach sauer oder alkalisch ist — zum Verkauf zugelassen werden.

2. Milch von weniger als 1,030 oder mehr als 1,034 spec. Gewicht, sowie die von bläulicher Farbe, ist mittels des Feser'schen Lactoskops auf ihren Fettgehalt zu untersuchen. Bei auf diese Weise sich ergebenden 1, 2, 3 resp. 4 und 5 % Fett muss das spec. Gewicht mindestens 1,033, 1,032, 1,030, resp. 1,028 und 1,026 betragen; ist das der Fall und die Milch von normalem Geschmack und Geruch, kein Bodensatz vorhanden und die chemische Reaction schwach sauer oder alkalisch, so kann die Milch zum Verschleiss zugelassen werden.

Eine Milch von mehr wie 5 % Fettgehalt — Obers, Rahm oder Sahne — kann auch mit weniger als 1,026 spec. Gewicht verkauft werden. Bleibt der Fettgehalt unter 2 %, so ist die Milch als abgerahmt zu bezeichnen, kann jedoch, wenn dieselbe den obigen Anforderungen entspricht, in den Handel gebracht werden.

3. Bleibt das spec. Gewicht unter den angegebenen Grenzen, so ist die Milch als mit Wasser verdünnt zu betrachten.

Die Anklage auf Verdünnung mit Wasser ist dem Verkäufer zu eröffnen, und bei Einbekenntnis wird gegen ihn im Sinne des Gesetzes (Verhängung empfindlicher Geldstrafen) vorgegangen. Eine Vernichtung (Ausgiessen) oder Denaturalisirung der Milch befürwortet der Sanitätsrath nicht.

4. Stellt der Verkäufer die Verfälschung in Abrede, so wird — behufs eingehenderer Untersuchung — eine nicht unter ½ Liter betragende Probe in eine hierzu vorbereitete reine Flasche entnommen, mit einem reinen Pfropfen verschlossen, durch die Polizeiorgane versiegelt, und mit einer Nummer versehen ohne Verzug an die zur eingehenden Analyse geeignete Stelle behufs eingehender Untersuchung unverzüglich abgeliefert. Der Verkäufer

Digitized by Google

ist zu befragen, und auf der Flasche wird angemerkt, ob die Milch von einer Kuh oder aus einem Gemisch der Milch mehrerer Kühe entstammt.

Wird die Milch bei dieser Ueberprüfung für verfälscht befunden, so hat der Verkäufer ausser der gesetzlichen Strafe auch noch die Kosten der Analyse zu tragen. Letzteres ist dem Verkäufer vor Entnahme der zur Ueberprüfung bestimmten Probe warnungsweise vorzuhalten.

5. Milch von üblem Geruch, bläulicher Farbe, ekelerregendem Geschmack oder mit schleimig-gelatinösem Bodensatz, ferner die Milch, welche rothes Lackmuspapier stark bläuet oder blaues stark röthet, ist verdorben oder verfälscht worden.

Dem Verkäufer der verdorbenen oder verfälschten Milch ist die Anklage zu eröffnen und bei Einbekenntnis die Milch mit Waschblau intensiv blau zu färben, der Verkäufer aber in der oben angeordneten Weise (Punkt 3) zu bestrafen.

Stellt der Verkäufer das Verdorbensein oder die Verfälschung in Abrede, so ist nach der oben (Punkt 4) angeordneten Weise eine Milchprobe zu entnehmen und einer technischen Untersuchung zu unterziehen. Gleichwohl ist der Verkauf der Milch durch starken Zusatz von Waschblau zu verhindern.

Der Verkäufer verdorbener oder verfälschter Milch hat ausser den gesetzlichen Strafen auch die Kosten der Analyse zu tragen und ist ihm dies vor der Probenahme warnungsweise vorzuhalten. Stellt sich die Milch als unverdorben und unverfälscht heraus, so kann eine Vergütung für die als menschliche Nahrung unverwerthbar gemachte Milch stattfinden, weshalb das Milchquantum vor dem Anbläuen abzumessen ist.

6. Da zum angegebenen Untersuchungsverfahren eine gewisse Gewandtheit nöthig ist, empfiehlt der Sanitätsrath, dass die Milchuntersucher (Polizeiärzte), sofern sie mit dem Untersuchungsverfahren nicht vollkommen vertraut wären, zur Aneignung der nöthigen Schulung unter Anleitung eines Fachmannes zu verhalten seien.

Digitized by Google

2. Ueber die Zulässigkeit des Verkaufs von „Ausreuter“.

Von Director B. v. Tormay in Budapest[1]).

Der von Prof. Vogel in Wien ausgehende Vorschlag, den Verkauf der »Ausreuter« von Kunstmühlen aus sanitären Rücksichten zu verbieten, veranlasste die österreichische Regierung in dieser Frage ein Einvernehmen mit der ungarischen Regierung anzustreben; von der letzteren zur Aeusserung aufgefordert gab der Sanitätsrath Ungarns folgendes, von Director B. v. Tormay verfasstes Gutachten ab.

Durch die Behörde in Oberhollabrunn (Niederösterreich) wurden im Jahre 1880 in einer Mühle 70 Säcke Ausreuter und 20 Säcke aus solchem bereiteter Gries confiscirt, weil Prof. Vogel ersteren zumeist aus Kornradesamen bestehend fand und als der Gesundheit damit gefütterter Thiere schädlich begutachtete. Später wurde in Ober-Waltersdorf (Niederösterreich) Ausreutermehl confiscirt, weil dasselbe als Ursache des zu jener Zeit unter Kühen häufigen Abortirens verdächtig war; mikroskopisch konnte Kornrade und Mutterkorn nachgewiesen werden.

Von den über die Schädlichkeit befragten Autoritäten hat nun Prof. Vogel den Ausreuter untersucht und von den gefundenen Samen (dieselben ergeben sich aus der weiter unten folgenden Vergleichung) Kornrade, Saponaria, Vaccaria, Delphinium consolida, Ranunculus arvensis, Euphorbia, Lolium temulentum und den brandigen Weizen für schädlich erklärt, daher den ganzen Ausreuter und das daraus bereitete Mehl für die Gesundheit der damit gefütterten Thiere und — weil die Bestandtheile in die Milch übergehen können — auch der Menschen, besonders der Kinder schädlich und vom Verkauf zu verbieten begutachtet.

Im selben Sinne äusserte sich der niederösterreichische Landes-Sanitätsrath, der österreichische oberste Sanitätsrath, der Centralausschuss des Landwirthschafts-Vereines und die Wiener landwirthschaftliche Versuchsstation; letztere hielt die Abortusfrage, aus Mangel an einschlägigen Erfahrungen, derzeit nicht für entscheidbar. Es tauchte auch die Befürchtung auf, dass mit solchem

1) Közegészségügy és törvényszéki orvostan 1883 Nr. 6.

Digitized by Google

kornradehaltigem Ausreutermehl auch für den Menschen bestimmtes Mehl verfälscht, in welchem es übrigens durch die blendende Weisse leicht erkannt wird.

Dem gegenüber wurde der Ausreuter als für Thiere unschädlich begutachtet: von der Wiener Handelskammer, der Gewerbekammer, der Frucht- und Mehlbörse, sowie der Wiener Thierarzneischule, — von der letzteren, weil die tägliche Futterration des Rindviehes nicht nur aus Unkrautsamen besteht, und weil 20 % der Futterration von Hunden gut vertragen werden (33 % und darüber sind schädlich), obschon die Kornrade eben für Fleischfresser schädlich ist, — ferner weil Kühe vom Ausreuter keinen Schaden leiden, und der Uebergang schädlicher Bestandtheile in die Milch nicht nachgewiesen ist, — desgleichen weil das Geflügel giftige Samen verschmäht, die Mastung mit aus solchem bereitetem Mehl aber sich nicht rentiren würde, — endlich weil um zu erreichen, dass dem zum menschlichen Genuss bestimmten Mehle kein Ausreutermehl beigemengt werde, die Verfügung genügen würde, dass Ausreuter bloss im Samen oder höchstens als Gries, nicht aber zu Mehl vermahlen verkauft werden darf.

Die aufgezählten Experten hatten alle die Kornanalyse des Ausreuters verabsäumt, welcher noch in den von Prof. Vogel versiegelten Flaschen anhergelangte; die von Prof. K. Czakó in der Budapester Thierarzneischule ausgeführte Analyse ergab, mit den Vogel'schen Resultaten verglichen:

1. In Probe A: Weizen (zum Theil brandig); meist Kornrade; viel Vicia sativa; wenig Kornsamen, Vicia cordata, Convolvulus arvensis, Ornitogallum narbonense (bei Vogel eine Zwiebelart); sehr wenig Saponaria vaccaria (viel, V.), Polygonum convolvulus, Galium aricorne; ein Samenkorn von Panicum miliaceum; endlich von Vogel nicht erwähnt: Sinapis arvensis.

2. In Probe E: Weizen (auch einige brandige Körner); meist Galium tricorne; sehr viel Kornrade; viel Vicia sativa; wenig Convolvulus arvensis, Polygonum convolvulus, Ranunculus arvensis; nicht viel Saponaria vaccaria; endlich, von Vogel nicht erwähnt: Vicia angustifolia (wenig), Adonis aestivalis (wenig) und Ervum hirsutum (ein Korn).

Digitized by Google

Den obigen von Vogel nicht erwähnten Samenarten gegenüber wurden andrerseits von den bei Vogel angeführten in den Proben nicht gefunden: Lolium temulentum, Delphinium consolida, »verschiedene Leguminosen« (ausser Wicken keine einzige), »verschiedene Cruciferen« — Avena fatua, Bromus, Setaria (Vogel hat vielleicht Hirse dafür angesehen), Lithospermum arvense, Centaurea cyanus, Melampyrum arvense, Euphorbiaceen, sowie auch kein Mutterkorn; also gerade die schädlichsten Arten fehlen entweder überhaupt, oder sind in den eingesendeten Proben wegen der geringen Anzahl kaum aufzufinden.

Ferner wurden in der Budapester Thierarzneischule folgende Fütterungsversuche angestellt:

Jungvieh erhielt täglich auf 1000 Theile Körpergewicht 27 Theile trockene Futterstoffe und darin Anfangs 752 g (1 Liter) Ausreuter einer Kunstmühle. Nach 10 Tagen hatte das Körpergewicht um 1002 g zugenommen, worauf die Futterration fortgesetzt, erst am 19. Tag mit dem täglichen Ausreuterzusatz auf 1500 g gestiegen und derselbe vom 26. Tage an fortgelassen wurde; bis zum 34. Tage war das Körpergewicht um 3500 g gesunken. Als nun dem Vieh täglich 375 g Kornrade mit der doppelten Hafermenge verabreicht wurden, stieg das Körpergewicht und erreichte am 48. Tage die ursprüngliche Höhe. Das Thier hatte in der täglichen Futterration von 6 kg 12,5—25 % Ausreuter aufgenommen, aber mit Ausnahme der auf die höchste Kornradeabgabe eingetretenen leichten Dyspepsie keine krankhaften Symptome erkennen lassen. An Schweinen wurde von grösserem, d. h. 25 % der Futterration übersteigendem Kornradezusatz eine schädliche Wirkung auf die Verdauungsschleimhaut und Darmkatarrh beobachtet. Federvieh wurde mit aus der Budapester Erzsébet-Dampfmühle gekauftem Ausreuter ohne alle üblen Folgen gefüttert.

Diese wenigen Versuche machen eine Controle durch möglichst ausgedehnte Beobachtungen erwünscht, wozu eben die Milchwirthschaften in der Umgebung Budapests die reichlichste Gelegenheit bieten; hier wird seit Jahren Ausreuter verfüttert, ohne dass, bei rationeller Darreichung, auch nur Dyspepsien auftreten würden; die Milch aus der grössten dieser Wirthschaften

Digitized by Google

wird sogar in der Hauptstadt von den Aerzten als vorzüglich empfohlen und gab niemals zu Klagen Anlass. Auch das Abortiren zeigt sich in diesen Milchwirthschaften nicht mit aussergewöhnlicher Häufigkeit.

Würde die menschliche Gesundheit durch die Verwerthung des Ausreuters wie immer gefährdet sein: so müsste gegen diese mit grösster Strenge vorgegangen werden; so aber wäre es unvernünftig, bisher niemals schädliche Stoffe, welche einen bedeutenden Werth repräsentiren, vom Gebrauch auszuschliessen.

In Anbetracht obiger Ausführungen und des Umstandes, dass durch die Verwerthung des Ausreuters die gründliche Reinigung des Getreides und die Erzeugung gesunderen Mehles wesentlich gefördert wird, ferner, dass die heimischen Mühlen ausnahmslos nur Ausreuter im ganzen Korn verkaufen, wäre nur das Vermahlen des Ausreuters in den Mühlen, dieses aber streng zu verbieten.

3. Das Mehl im Budapester Kleinhandel.

Von stud. med. H. Schuschny[1]).

Angeregt durch die aus dem Ausland herübertönenden Klagen wider die Mehlverfälschung wurden 70 Proben Weizenmehl aus dem Budapester Kleinhandel untersucht.

Den Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit — d. i. weisse Farbe mit einem Stich ins Gelbe, glatte Oberfläche des Handabdrucks, Abwesenheit resistenter Klumpen, süsslicher nicht säuerlicher Geschmack, angenehmer, nicht sauerer oder moderiger Geruch — haben von sämmtlichen Proben nur zwei nicht entsprochen; die eine war von moderigem Geruch, die andere enthielt aus verklebtem Mehl bestehende Klumpen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung wurden Stärkekörperchen minderwerthiger Mehle nicht angetroffen, dafür in einem Falle das Endosperm von Agrostemma githago mit den charakteristischen Cotyledonzellen, in einem anderen Falle

1) Közegészségügy és törvényszéki orvostan 1881 Nr. 5.

Körnchen von Vicia cracca. — Von mineralischen Bestandtheilen wurden durch die im Champagnerglase ausgeführte Chloroformreaction in 7 Proben grössere Mengen nachgewiesen. Knistern unter den Zähnen zeigten bloss 2 Proben. — Das Vogel'sche Reagens (alkoholische Salzsäure) ergab Chamoisfärbung bloss bei Sorten von Nr. 8½ aufwärts, welche mehr Kleie enthalten. Die für Kornrade charakteristischen Färbungen blieben trotz des mikroskopischen Befundes aus, wahrscheinlich, weil der Gehalt an Kornrademehl unter 5—10% lag, bei welchem Verhältnis die Vogel'sche Reaction erst eintritt. — Die neuere Vogel'sche Färbungsmethode auf Stärkekörnchen gekeimter Früchte führte zu negativen Ergebnissen, veranlasst übrigens Verf. zu der Bemerkung, dass es denn doch an Uebereifer grenzt, wenn auf eine neue, noch nicht allgemein erprobte Methode hin massenweise Confiscationen ausgeführt werden, wie man (laut Berichten) in Wien deren 2800 wegen gekeimter Stärkekörperchen im Mehle vollzog.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Ueber ein neues Unterscheidungsmerkmal reiner Naturweine von Weinen, die unter Zuhilfenahme von Wasser verbessert worden sind.

Von

Dr. E. Egger,

Vorstand des chemischen Untersuchungsamtes für die Provinz Rheinhessen.

Von anorganischen Säuren finden sich in reinen Naturweinen nur Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kieselsäure. Dass auch Salpetersäure ein Bestandtheil des Weines sei, oder darin überhaupt vorkomme, ist, soweit uns die Literatur hierüber bekannt ist, noch nicht beobachtet worden, und doch haben wir in einer grossen Anzahl der von uns in der letzten Zeit untersuchten Weine, die ganz normale Zusammensetzung hatten, dieselbe nachweisen können.

Als wir diese Wahrnehmung machten, hatten wir bereits mit den Vorarbeiten zu einer Hydrologie der Provinz Rheinhessen [1]) begonnen, und dabei erfahren, dass hier, ebenso wie anderwärts, fast alle Ortschaften des flachen Landes ihren Wasserbedarf aus Pumpbrunnen entnehmen, die unter dem Einflusse der Verunreinigungen des bewohnten Bodens stehen, woraus es sich auch erklärt, dass die Mehrzahl dieser Wasser im Liter über 100^{mg}; viele sogar bis 300^{mg} und noch mehr Salpetersäure enthalten. Versorgungen mit Quellwasser wurden nur ganz ausnahmsweise angetroffen, und beschränkten sich dann meist auf 1 oder 2 öffentliche Gemeindebrunnen.

---

1) Dr. E. Egger, Rechenschaftsbericht des chemischen Untersuchungsamtes etc. Victor von Zabern. Mainz 1884.

Digitized by Google

Es lag nun nahe anzunehmen, dass der Salpetersäuregehalt der Weine seinen Ursprung in dem Wasser habe, das zur Verbesserung bzw. Herabminderung des gerade in den letzten Jahren oft recht beträchtlichen Säuregehaltes der Moste gedient habe, und vergleichende Untersuchungen mit notorisch reinen, und gallisirten Weinen bestätigten unsere Vermuthung; denn niemals gelang es uns, in Naturweinen Salpetersäure nachzuweisen, während die gallisirten Weine alle mehr oder minder starke Reaction gaben.

Die im Herbste vorigen Jahres erschienene Abhandlung von Uffelmann[1]) »Ueber den Nachweis des Zusatzes kleiner Mengen Wasser zur Milch« gab uns Anregung zur weiteren Verfolgung dieser Frage, und veranlasste uns auch beim Weine — wie Uffelmann dies bei der Milch gethan — die Grenzen der Nachweisbarkeit der Salpetersäure, festzustellen.

Als Reagens verwendeten wir, ebenso wie dieser, das Diphenylamin, welches bekanntlich zuerst Kopp behufs Erkennung der salpetrigen Säure und Salpetersäure in käuflicher Schwefelsäure, empfohlen hat.

Der Wein wurde zu diesem Zwecke einfach mit Thierkohle entfärbt, dann filtrirt, und von dem Filtrate mehrere Tropfen behutsam in ein Schälchen fliessen gelassen, in welchem sich einige Körnchen Diphenylamin und 1^{ccm} concentrirte Schwefelsäure befanden.

Wenn irgend bedeutendere Mengen Salpetersäure in dem Weine enthalten waren, konnte sogleich, oder wenigstens in nicht allzu langer Zeit, das Auftreten einer Blaufärbung in der Flüssigkeit wahrgenommen werden.

Um constatiren zu können, bis zu welchen Mengen sich Salpetersäure auf so einfache Art nachweisen lässt, benutzten wir einen Wein, den wir vorher auf Salpetersäure geprüft und frei hiervon befunden hatten, ferner eine Lösung von $1{,}871^{g}$ Kaliumnitrat in 1 Liter Wasser. Von dieser Lösung entsprach 1^{ccm} $= 1^{mg}$ N_2O_5.

1) Deutsche Vierteljahresschrift für öffentl. Gesundheitspflege.

Digitized by Google

Je 100 ccm Wein wurden zuerst mit 3 ccm, dann mit 2 ccm und schliesslich mit 1 ccm Kaliumnitratlösung versetzt, mit Thierkohle entfärbt, und die Filtrate in der oben beschriebenen Weise auf N_2O_5 geprüft.

Die Mischungen, welche auf 100 ccm Wein 3 und 2 mg N_2O_5 enthielten, gaben deutliche Reaction, während bei der Flüssigkeit, welche 1 mg N_2O_5 auf 100 ccm Wein zugesetzt erhalten hatte, die blau gefärbten Ringe nur mehr schwach, und erst nach längerer Zeit sichtbar wurden. Weitere Versuche bestätigten, dass diese Concentration (10 mg N_2O_5 auf 1 Liter Wein) bei directer Prüfung des mit Thierkohle entfärbten Weines, als die äusserste Grenze des sicheren Nachweises der Salpetersäure anzusehen ist.

Es bedarf wohl kaum der besonderen Erwähnung, dass sämmtliche Materialien, Wasser, Thierkohle und Schwefelsäure, vor ihrer Verwendung aufs genaueste auf Salpetersäure geprüft worden sind, und nur als tauglich erachtet wurden, wenn keine Spur Salpetersäure darin sich nachweisen liess. Ausserdem haben wir sämmtliche Glas- und Porzellangefässe, welche zur Aufnahme von Flüssigkeiten bestimmt waren, die auf Salpetersäure geprüft werden sollten (auch Trichter und Filter), vorher stets mit reinem destillirten Wasser gespült und gewaschen, um die an den Wandungen der Gefässe allenfalls haftenden Spuren von salpetriger Säure oder Salpetersäure zu beseitigen.

Der Versuch, durch Concentration der entfärbten Flüssigkeit die Schärfe der Reaction zu erhöhen, war von wenig Erfolg begleitet, weil nach dem Zugeben des concentrirten Filtrates zur Schwefelsäure eine so starke Bräunung eintrat, dass ein sicheres Erkennen der Reaction zur Unmöglichkeit wurde. Demungeachtet war es nothwendig, nach einer Methode zu suchen, welche gestattete auch kleinere Mengen N_2O_5 als 10 mg im Liter nachzuweisen; denn sonst könnten nur übermässig stark gallisirte Weine, oder Weine zu deren Verbesserung Wasser verwendet worden ist, das überaus reich an Salpetersäure war, als gallisirt oder petiotisirt erkannt werden.

Ein Most z. B. mit ursprünglich 9 ‰ Säure erfordert, wenn man ihn auf den normalen Satz von 6 ‰ Säure stellen will,

Digitized by Google

auf 6 Liter einen Zusatz von 3 Liter Wasser. Um nun die Salpetersäure in dem so verdünnten Moste noch nachweisen zu können, müsste Wasser verwendet werden, das im Liter mindestens 30 mg N_2O_5 enthält, denn erst dann wäre der Forderung genügt, dass auf 1 Liter Most oder Wein, 10 mg N_2O_5 treffen.

Kleinere Mengen Salpetersäure lassen sich, wie wir durch Versuche festgestellt haben, am besten auf folgende Art nachweisen.

Man verdampft 100 ccm Wein auf dem Wasserbade zum dünnen Sirup, und fügt nach dem Erkalten so lange absoluten Alkohol zu, als noch eine Trübung entsteht. Dadurch werden die Salze, die Eiweissstoffe etc. aus dem Weine abgeschieden. Filtrirt man dann, und verdampft das Filtrat unter Zusatz von Wasser und Thierkohle bis auf circa 10 ccm, so resultirt eine Flüssigkeit, die nach dem Filtriren vollkommen farblos, und für die Prüfung auf Salpetersäure verwendbar ist.

Versuch I. 100 ccm Wein + 0,5 mg N_2O_5 (5 mg auf 1 Liter) eingedampft, mit Alkohol und Thierkohle etc. behandelt.
Filtrat: sehr starke Salpetersäurereaction.

» II. 100 ccm Wein + 0,3 mg N_2O_5 (3 mg auf 1 Liter) und damit wie vorstehend beschrieben, verfahren.
Filtrat: sogleich deutliche Reaction.

» III. 100 ccm Wein + 0,2 mg N_2O_5 (2 mg auf 1 Liter) eingeengt etc.
Filtrat: deutliche Reaction.

» IV. 200 ccm Wein + 0,2 mg N_2O_5 (1 mg auf 1 Liter) eingeengt etc.
Filtrat: deutliche Reaction.

» V. 200 ccm Wein + 0,1 mg N_2O_5 (0,5 mg auf 1 Liter) eingeengt etc.
Filtrat: deutliche Reaction.

» VI. 200 ccm Wein ohne N_2O_5-Zusatz eingeengt etc.
Filtrat: keine Reaction.

Diesen Ergebnissen zufolge wäre der Nachweis einer stattgehabten Gallisirung auch dann noch zu erbringen gewesen, wenn nach obigem Beispiele, zum Gallisiren Wasser Verwendung gefunden hätte, das im Liter nur 1,5 mg N_2O_5 enthielt.

Ein so niedriger Salpetersäuregehalt wird aber höchstens in Flusswässern, in Quellwässern dagegen nur ausnahmsweise angetroffen.

Die bisherigen Untersuchungen wurden mit Weissweinen ausgeführt, und es trat nun die Frage an uns heran, wie die Prüfung bei Rothweinen verlaufen werde. Es war vorauszusehen, dass

Digitized by Google

bei dem grösseren Gehalte der Rothweine an Gerb- und Farbstoff ein einfaches Entfärben mit Thierkohle nicht genügend sei, und dass, wenn man zufriedenstellende Resultate erhalten will, ein anderes Verfahren in Anwendung kommen müsse.

Nach mehreren Probeversuchen schien uns die in nachstehendem mitgetheilte Methode die brauchbarste zu sein, da sie Resultate liefert, die den beim Weissweine erhaltenen, in keiner Weise nachstehen.

Versuch I. 50 ccm Wein + 0,25 mg N_2O_5 (5 mg auf 1 Liter) + 3 ccm Bleiessig. Nach dem Absetzen des Niederschlages wurde filtrirt, dem Filtrate 2 ccm einer concentrirten Lösung von Magnesiumsulfat und etwas Thierkohle zugefügt, nach einigem Stehen filtrirt, und das Filtrat auf N_2O_5 geprüft.

Das Resultat war ein negatives.

(Wir haben zur Fällung des Bleies statt Natriumcarbonat, das bei der Polarisation angewendet wird, Magnesiumsulfat benutzt, weil dadurch das Blei vollständiger aus der Lösung entfernt werden kann als durch Natriumcarbonat; denn Bleicarbonat ist bei Gegenwart eines Ueberschusses von Natriumcarbonat im Fällungsmittel nicht ganz unlöslich, und stört dann beim Zusammenbringen des Filtrates mit Schwefelsäure durch Ausscheidung von Bleisulfat die Reaction.)

» **II.** 50 ccm Wein + 0,4 mg N_2O_5 (8 mg auf 1 Liter) mit Bleiacetat und Magnesiumsulfat etc. behandelt.

Resultat: negativ.

» **III.** 50 ccm Wein + 0,5 mg N_2O_5 (10 mg auf 1 Liter) wie vorstehend behandelt.

Filtrat: deutliche Reaction.

Auch hier ist demnach, wie beim Weisswein, der directen Nachweisbarkeit eine Grenze gesetzt, wenn ein Wein im Liter weniger als 10 mg N_2O_5 enthält.

Um auch in Rothweinen geringere Mengen, als 10 mg N_2O_5, nachweisen zu können, haben wir das bei den Weissweinen beobachtete Verfahren dahin modificirt, dass wir in 100 ccm des Rothweines zuerst eine Fällung mit Bleiessig bewirkten, heiss filtrirten und aus dem Filtrat das überschüssige Blei mit Magnesiumsulfat entfernten. Die von dem Bleiniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit wurde dann nach der beim Weissweine angegebenen Methode weiter behandelt, d. h. sie wurde bis zum dünnen Sirup eingeengt, dann mit Alkohol versetzt, das alkoholische Filtrat unter Zugabe von etwas Wasser

Digitized by Google

und Thierkohle bis auf 10 ccm verdunstet, und das hiervon erhaltene Filtrat in bekannter Weise auf Salpetersäure geprüft.

Die Resultate, welche wir nach diesem Verfahren erhalten haben, waren folgende:

Versuch I. 200 ccm Rothwein ohne N_2O_5-Zusatz.
Keine Reaction.

» II. 200 ccm Rothwein + 0,3 mg N_2O_5 (1,5 mg auf 1 Liter).
Deutliche Reaction.

» III. 200 ccm Rothwein + 0,2 mg N_2O_5 (1,0 mg auf 1 Liter).
Deutliche Reaction.

» IV. 200 ccm Rothwein + 0,1 mg N_2O_5 (0,5 mg auf 1 Liter).
Reaction noch deutlich wahrnehmbar.

Es kann somit bei Rothweinen ebenso wie bei Weissweinen der Nachweis der Salpetersäure selbst dann noch erbracht werden, wenn die Verdünnung so gross ist, dass 1 Liter Wein nur 0,5 mg N_2O_5 enthält.

Wir haben sieben 1883er Moste, die von Trauben aus verschiedenen Lagen stammten, direct von der Kelter genommen und in Flaschen vergären lassen. In keinem der vergorenen Producte konnte Salpetersäure nachgewiesen werden.

Ferner wurde eine Anzahl von Mosten von uns selbst mit einem Wasser gallisirt, dessen Gehalt an Salpetersäure vorher nach der Methode von Schulze-Tiemann genau festgestellt worden war. Es wurden daraus Weine mit verschieden grossen Salpetersäuremengen erhalten, welche dementsprechend sämmtliche starke Reaction zeigten.

Lässt man die durch den zugesetzten Zucker bedingte Volumvermehrung ausser Rechnung, so ergeben sich für die gallisirten Moste nachstehende Gehalte an Salpetersäure:

1. Ursprünglicher Gehalt des Mostes an Zucker 17,6 %, an Säure 8,16 ‰. Daraus wurde durch Verdünnen mit Wasser und durch künstlichen Zuckerzusatz ein Product hergestellt, das 20 % Zucker und 6 ‰ Säure enthielt, wobei, um 1 Liter davon zu erhalten, 264 ccm Wasser erforderlich waren. 1 Liter des zum Verdünnen angewandten Wassers enthielt 136 mg N_2O_5; 264 ccm 35,9 mg, 1 Liter des gallisirten Mostes demnach gleichfalls 35,9 mg N_2O_5.

Digitized by Google

II. Ursprünglicher Gehalt des Mostes an Zucker 16,4 %, an Säure 9,6 ‰.
Nach dem Gallisiren » » » » » 20 % » » 6 ‰.

Um 1 Liter solchen Mostes zu bereiten, war eine Verdünnung von 624 ccm des ursprünglichen Mostes mit 375 ccm Wasser erforderlich, woraus sich für den verbesserten Most ein Gehalt von 51 mg N_2O_5 pro Liter berechnet.

III. Ursprünglicher Gehalt des Mostes an Zucker 15,95 %, an Säure 11,2 ‰.
Nach dem Gallisiren » » » » » 20 % » » 6 ‰.

Hierzu mussten 536 ccm Most mit 464 ccm Wasser verdünnt werden, wodurch 1 Liter Most 63 mg N_2O_5 zugeführt wurden.

IV. Ursprünglicher Gehalt des Mostes an Zucker 15,4 %, an Säure 8,14 ‰.
Nach dem Gallisiren » » » » » 20 % » » 6 ‰.

In 1 Liter des verdünnten Mostes waren 263 ccm Wasser = 35,5 mg N_2O_5 enthalten.

V. Ursprünglicher Gehalt des Mostes an Zucker 17,8 %, an Säure 8,9 ‰.
Nach dem Gallisiren » » » » » 20 % » » 6 ‰.

Nach der Verdünnung waren in 1 Liter Most 326 ccm Wasser = 44 mg N_2O_5 enthalten.

J. M. Eder[1]) hat die Methode von Schulze-Tiemann bei Gegenwart grösserer Mengen organischer Substanzen auf ihre Brauchbarkeit geprüft. Er arbeitete mit salpetersäurehaltigen Flüssigkeiten, welche in einem Falle 2 g Zucker, im anderen 2 g ordinären Leim enthielten. Die Resultate fielen sehr gut aus, und gaben den Beweis, dass diese ohne besondere Schwierigkeiten ausführbare Methode, auch bei Gegenwart grösserer Mengen organischer Substanzen sehr wohl Anwendung finden kann.

Eder's Untersuchungen veranlassten uns, die Salpetersäure im Weine gleichfalls quantitativ zu bestimmen, und die erhaltenen Resultate bestätigten die von Eder gemachten Beobachtungen.

	gefordert:	gefunden:
I. 100 ccm N_2O_5 freien Weines + 3 ccm KNO_3-Lösung	0,003 g N_2O_5	0,0029 g N_2O_5
II. 100 ccm N_2O_5 freien Weines + 5 ccm KNO_3-Lösung	0,005 » »	0,0045 » »
III. 100 ccm N_2O_5 freien Weines + 6 ccm KNO_3-Lösung	0,006 » »	0,0058 » »

Die quantitative Bestimmung der Salpetersäure in den selbst gallisirten Mosten, welche wohl die Hauptgärung vollendet hatten,

1) Zeitschrift für analyt. Chemie Bd. 16 S. 299.

Digitized by Google

aber alle noch mehr als 3 % Extract enthielten, führte zu nachstehendem Ergebnisse:

Für 100 ccm Wein	gefordert:	gefunden:
I.	0,0036 g N_2O_5	0,0046 g N_2O_5
II.	0,0051 » »	0,0047 » »
III.	0,0063 » »	0,0068 » »
IV.	0,0036 » »	0,0035 » »
V.	0,0044 » »	0,0046 » »

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die geforderten Zahlen nicht die absolut genauen Werthe für den Salpetersäuregehalt angeben, da — wie schon einmal angedeutet — die Manipulation des Gallisirens nicht mit jener Sorgfalt ausgeführt wurde, mit der bei Herstellung der Mischungen von Wein und Kaliumnitratlösung verfahren worden ist; immerhin zeigen die geforderten und die gefundenen Zahlen grosse Uebereinstimmung.

Wir schliessen hiermit unsere Mittheilungen über die Erkennung der unter Zuhilfenahme von Wasser verbesserten Weine. Wenn auch das von uns vorgeschlagene Verfahren im Principe nicht mehr neu ist, so ist doch seine Anwendung auf den Wein bisher noch nicht versucht worden. Wir glauben annehmen zu dürfen, dass dasselbe in vielen Fällen, in welchen es sich um die Entscheidung handelt, ob ein Wein reiner Naturwein, oder ein unter Zuhilfenahme von Wasser verbesserter Wein ist, mit Vortheil benutzt werden kann.

Herrn Weingutsbesitzer W. Dolles jun. in Bodenheim, der uns bei den Versuchen durch gütige Ueberlassung von Mosten und Weinen in liebenswürdigster Weise unterstützte, sei hiermit der wärmste Dank ausgesprochen.

Digitized by Google

Ueber den Kohlensäuregehalt der Luft in einem Tunnelbau.

von

Dr. W. Hesse,

Bezirksarzt in Schwarzenberg (Sachsen).

Im Jahre 1881 wurde unterhalb des Schwarzenberger Schlosses ein Eisenbahntunnel von 100 m Länge, 1 : 40 Steigerung, Curve im Radius 190, in der Richtung von Nord nach Süd durch Gneis getrieben.

Diese Gelegenheit habe ich benutzt, um eine Zeit lang die Luft des nicht künstlich ventilirten Tunnels auf ihren Kohlensäuregehalt zu prüfen.

Die Arbeiten im Tunnel wurden Tag und Nacht gefördert. Der Schichtenwechsel fand früh und abends 6 Uhr statt. Die Arbeitspausen waren auf

Vormittag von 8—8½ Uhr,
Mittag » 12—1 » und
Nachmittag » 4—4½ » festgesetzt.

In der Vormittags- und Mittagspause verliessen sämmtliche Arbeiter den Tunnel, während in der Nachmittagspause sich die Arbeiter (vor Ort) der Reihe nach derart ablösten, dass stets nur einer von ihnen abwesend war.

Ausserdem wurde nach jedesmaligem Schiessen, und zwar täglich früh 3 und 6 Uhr, mittags und nachmittags 3 und 6 Uhr die Arbeit auf 10—15 Minuten unterbrochen.

Sonntags wurde nicht gearbeitet.

Sämmtliche Luftproben wurden nachmittags 5½ Uhr entnommen; zugleich maass man mit einem Metallthermometer die Lufttemperatur innerhalb des Tunnels am Orte der Luftentnahme und unmittelbar darauf im Freien. Da das Thermometer ein

Digitized by Google

paar Grade zu hoch zeigte, haben die Temperaturangaben nur einen relativen Werth, auf den es aber gerade ankommt.

Bei der ersten, am 22. Juni ausgeführten Kohlensäurebestimmung ergab sich infolge der geringen Länge (10 m) des Tunnels ein Kohlensäuregehalt der Tunnelluft, der den der freien Atmosphäre nur wenig übertraf.

Nachdem ein enger kurzer Sohlenstollen 17,5 m weit getrieben worden war, ging man vermittelst eines 6,35 m hohen Aufbruches zur Firstenbohrung über, und arbeitete von nun an gleichzeitig an der Verlängerung des Sohlen- und des Firstenstollens.

Die Luftprobe vom 3. August stammte wie die vom 22. Juni vom Ort in der Stohlensohle, die damals 30 m lang war; später wurde die Luft stets vor Ort des Firstenstollens entnommen.

Die in der nachstehenden Tabelle enthaltenen Angaben über die Zahl der Arbeiter beziehen sich nur auf die vor Ort des Firstenstollens beschäftigten. Die Zahl der gesammten gleichzeitig im Tunnel anwesenden Personen stieg im Verlaufe der Untersuchungen von 20—30 auf 60.

Datum	Tunnellänge m	Zahl der Arbeiter	Temperatur ° C.		CO_2 p. m.	Bemerkungen
			aussen	innen		
22. 6 (vorm. 9 15)	10	.	.		0,6	vor Ort der Stollensohle 10 Min. nach dem Sprengen
3. 8 (vorm. 11)	30	.	17	21	2,1	vor Ort der Stollensohle
6. 8 (nachm. 5 30)	.	.	.	.	2,0	vor Ort des Firstenstollens
8. 8	22,5	.	.	.	2,6	desgl.
9. 8	22,65	.	21,5	22,5	5,5	»
10. 8	23,45	.	20,0	21,5	5,5	»
11. 8	23,85	.	16,0	20,5	7,6	»
12. 8	23,85	.	18,5	20,5	5,7	desgl., Arbeit im Nebengestein
13. 8	.	.	20,5	20,5	3,5	vor Ort des Firstenstollens
15. 8	.	.	.	.	6,9	desgl.
16. 8	.	6	15	19	4,8	»
17. 8	24,60	8	18	20	3,9	»
18. 8	24,85	10	15	18	6,3	»
19. 8	25,10	8	19	20	3,9	
20. 8	25,35	10	20	22	1,9	

Digitized by Google

Datum	Tunnel-länge m	Zahl der Arbeiter	Temperatur ° C. aussen	Temperatur ° C. innen	CO_2 p. m.	Bemerkungen
22. 8	26,60	10	20	21	1,5	vor Ort des Firstenstollens
23. 8	26,85	8	19	20	3,4	desgl.
24. 8	27,25	.	18	21	3,7	»
25. 8	27,75	.	18	20	1,9	»
26. 8	.	.	23	21	.	»
27. 8	.	.	.	.	1,4	»
29. 8	.	10	20	19	4,9	»
30. 8	30,3	6	22	18	4,3	»
31. 8	31,0	8	22	20,5	2,1	»
1. 9	32,0	10	20,5	21,5	2,4	»
2. 9	32,4	10	.	22	3,0	»
5. 9	34,0	8	19,5	21	2,3	»
6. 9	34,60	10	21	22	3,1	»
7. 9	35,10	11	21	22,5	2,0	»
8. 9	35,50	11	21	22,5	3,0	»
9. 9	36,0	11	19	22,5	4,3	»
10. 9	36,9	11	20	22,5	2,9	»
12. 9	37,4	8	20	22	4,1	»
13. 9	38,0	9	20	22,5	4,0	»
14. 9	38,75	10	19,5	22	4,7	»
15. 9	39,05	10	19	21	5,0	»
16. 9	39,7	11	16,5	20,5	3,0	»
17. 9	.	11	18,5	21,5	5,5	»
19. 9	.	10	22,5	22	2,9	»
20. 9	.	8	22	23,5	2,6	»
21. 9	42,25	10	21	22,5	4,5	»
22. 9	43,0	11	18,5	20	5,3	»
23. 9	43,45	11	6?	20	1,7	»
24. 9	.	11	11,5	22	2,4	
27. 9	44,9	10	17,5	22	5,3	»
28. 9	45,15	14	17	25	3,4	»
29. 9	45,50	12	17	23	2,8	»
30. 9	45,90	11	18	22	3,7	
1. 10	46,0	6	17,5	22	2,1	»
3. 10	47,0	8	19	21,5	1,7	»
4. 10	47,5	6	11,5	22	2,0	
5. 10	48,7	11	18	23	2,9	»
6. 10	49,0	11	15	22,5	2,1	»

Digitized by Google

Datum	Tunnellänge m	Zahl der Arbeiter	Temperatur ° C. aussen	Temperatur ° C. innen	CO_2 p. m.	Bemerkungen
7. 10	49,7	10	18,5	22,5	3,8	vor Ort des Firstenstollens
8. 10	50,6	6	21	24	6,2	desgl.
10. 10	?	9	18	23	2,6	»
11. 10	50,7	11	16	22,5	3,0	»
12. 10	50,9	10	19	24,5	5,7	»
13. 10	51,2	10	14	23,5	1,9	»
14. 10	51,7	6	22	23,5	5,7	»
15. 10	52,4	6	15	22,5	2,2	wegen Kirchweihfest schwach besetzter Bau
18. 10	53,0	6	13	23	1,8	vor Ort des Firstenstollens
19. 10	53,8	6	14,5	23	2,7	desgl.
20 10	54,3	6	15,5	23	2,1	desgl., Durchschlag des nördlichen Firstenstollens
21. 10	54,8	6	16,5	22	1,6	vor Ort des Firstenstollens
22. 10	55,3	8	15	23	1,4	desgl.
24. 10	55,6	8	16	23	1,5	»
25. 10	56,2	10	13,5	24,5	1,5	»
26. 10	?	10	13,5	23	1,6	»
27. 10	57,4	4	10	21,5	1,5	»
28. 10	58,2	4	11.5	23	1,5	»
29. 10	58,3	6	12,5	24	1,6	»

Aus der Tabelle ergibt sich unter anderem, dass der Kohlensäuregehalt der Tunnelluft im ganzen gering, an gewissen Tagen jedoch auffallend hoch war. Das letzterwähnte Verhalten rührt nach Angabe des Tunnelmeisters daher, dass an den betreffenden Tagen durch Anhäufung von Schutt innerhalb des Stollens das Lumen des letzteren erheblich verkleinert uud dadurch die natürliche Ventilation wesentlich beeinträchtigt wurde.

Erst nachdem infolge Durchschlages des nördlichen Firstenstollens am 20. October der Tunneleingang plötzlich eine bedeutende Erweiterung erfuhr, vermochte der im Stollen abgelagerte Schutt jenen Einfluss nicht mehr auszuüben.

Dem entsprechend wurde der Kohlensäuregehalt der Tunnelluft gleichmässiger und zugleich geringer, ein Erfolg, der übrigens von dem in den letzten 2 Wochen vorhandenen tieferen Stande der Aussentemperatur unterstützt worden sein dürfte.

Digitized by Google

Beiträge zur Kenntnis der Kalkresorption im Thierkörper.

Von

J. Forster.

In den nachstehenden Zeilen berichte ich über eine Untersuchungsreihe, welche Herr J. Bijl am Schlusse seiner medicinischen Studien an der Universität Amsterdam meinen Anordnungen gemäss in meinem Laboratorium ausgeführt hat. Eine Darstellung derselben hat Herr Bijl Ende Februar 1884 der medicinischen Facultät zu Heidelberg im Manuscripte zur Erlangung der Doctorwürde vorgelegt und sodann als Inauguraldissertation veröffentlicht[1]). Während ich nun in Bezug auf die mehr physiologischen Einzelnheiten, deren Besprechung nothwendig mit der im Titel genannten Frage verknüpft ist, und betreffs der Literatur auf die unter meiner Leitung bearbeitete Dissertation verweise, möchte ich mich an diesem Orte auf eine kurze Auseinandersetzung des Ausgangspunktes und Ganges der Untersuchungen, sowie auf eine Darlegung ihrer einstweiligen Resultate beschränken, soweit dieselben jetzt schon einiges hygienische Interesse darbieten dürften. Ich bin schon seit lange, allerdings mit manchen Unterbrechungen, die durch äussere Verhältnisse bedingt sind, mit Fragen beschäftigt, welche mir als Grundlage eines hygienischen Zweckes — der geeigneten Zusammenstellung, bzw. Beurtheilung der Kindernahrung — wichtig erschienen; als Zeugnisse der Beschäftigung in dieser Richtung sind von mir selbst und aus meinem Laboratorium mehrere Arbeiten bereits veröffentlicht worden. Wie ich nun im voraus bemerken möchte,

1) Erschienen im April 1884 bei Gebr. Schröder, Amsterdam.

Digitized by Google

sollten auch die Versuche, mit deren Ausführung ich Herrn Bijl beauftragte, erst die Basis bilden, von welcher aus die eigentliche hygienische Seite der vorliegenden Frage in Angriff genommen werden kann. Dass hierbei das physiologische Gebiet gestreift werden musste, kann nicht befremden, da die physiologischen Kenntnisse über die Resorption des in der Nahrung zugeführten Kalkes besonders in quantitativer Hinsicht thatsächlich nur sehr mangelhaft sind. Versuche, welche auf Grund der nachstehend mitgetheilten Untersuchungen den hygienischen Zweck specieller verfolgen und sich an die Arbeit des Herrn Bijl anschliessen, sind nach dessen Weggang von der Universität anderen Händen anvertraut und soll darüber später Mittheilung geschehen.

Bekanntlich kann nach den Versuchen von J. Lehmann, Roloff, Dusart, E. Voit u. A.[1]) nicht bezweifelt werden, dass eine ungenügende Zufuhr von Kalk bei sonst ausreichender Fütterung — eine Zufuhr, welche nach den von mir ausgeführten Experimenten zur Verarmung des Organismus an Kalk leitet[2]) — beim wachsenden Thiere allmählich rhachitische Erscheinungen hervorruft. Bei ausgewachsenen Thieren verursacht der gleiche Ernährungsmangel, wie bereits vor 40 Jahren Chossat gefunden und neuerdings Voit bestätigt hat, ebenfalls ein allmähliches Auftreten krankhafter Veränderungen an den Knochen (Knochenbrüchigkeit, Osteoporose).

Andererseits aber ging aus den von mir angestellten Versuchen über »die Bedeutung der Aschebestandtheile in der Nahrung[3]) hervor, dass die Menge von Nährsalzen, die zur Erhaltung des Aschegehaltes der Organe dem Thiere zugeführt werden muss, nicht sehr gross zu sein braucht, da Antheile der von mir sog. »freien Salze« in den thierischen Säften als »Körpersalze« zu wiederholter Verwendung kommen können. Thatsächlich

1) Vgl. Voit, Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels u. der Ernährung S. 371. Leipzig 1881. — Forster, Ernährung und Nahrungsmittel S. 61. Leipzig 1882.

2) Zeitschr. f. Biologie 1876 Bd. 12 S. 464. — Bestätigt durch Baginsky (zur Pathologie des Rhachitis, Virch. Arch. 1882 Bd. 87 S. 301), der allerdings meine Versuche und Analysen nur durch Referate zu kennen scheint.

3) Zeitschr. f. Biologie 1873 Bd. 9 S. 297.

Digitized by Google

wird sogar in der Regel vom Menschen wie vom Thiere in der täglichen Nahrung ein meist nicht unbeträchtlicher Ueberschuss der Nährsalze verzehrt. Nur wenn ausschliesslich reine Fleischfaser und etwa Fett verzehrt würde — ein Fall, an den selbstverständlich bei der Ernährung des Menschen nicht zu denken ist —, würde nach meinen Erfahrungen [1]), die späterhin von E. Voit bestätigt wurden, wegen des relativ niedrigen Kalkgehaltes im Muskel die Kalkzufuhr ungenügend sein können, so dass der Kalkbestand der Organe (der Muskeln, der Knochen u. s. w.) eines auf solche Weise gefütterten Thieres auf die Dauer nicht auf der für das Leben oder die Gesundheit nöthigen Höhe erhalten würde.

Wenn sich jedoch die Sache so verhält, so kann unter den natürlich gegebenen Bedingungen die Ursache des Auftretens jener Knochenkrankheiten beim wachsenden wie beim ausgewachsenen Individuum nicht in einem unzureichenden Gehalte der Nahrung an Kalk gesucht werden, sondern Rhachitis, Osteoporose etc. müssen durch andere Verhältnisse erzeugt werden, welche durch functionelle Veränderungen oder Störungen gewisser Organe der Erkrankten bedingt sind.

Am nächsten liegt der Gedanke, dass insbesondere beim Menschen, speciell beim Kinde, bei welchem Knochenerkrankungen bekanntlich so häufig sind, die Kalksalze, welche in den verzehrten Nahrungsmitteln oder Speisen enthalten sind, nach ihrer Aufnahme in den Verdauungsapparat nicht in genügendem Maasse resorbirt würden. Meines Wissens nimmt man Solches auch allgemein an und stellt man sich eine solche ungenügende Kalkresorption als eine abnormale Erscheinung vor, welche auf functionellen oder anatomischen Störungen im Verdauungstractus beruhe. Wie in neuerer Zeit besonders durch Seemann [2]) aufmerksam gemacht wurde, könnte dies Phänomen beispielsweise darin seinen Grund haben, dass aus verschiedenen Ursachen im Magen nicht genug Salzsäure abgesondert würde; dabei würde

1) Zeitschr. f. Biologie 1876 Bd. 12 S. 473.
2) Virchow's Archiv 1876 Bd. 77 S. 249.

Digitized by Google

dann der in den Speisen aufgenommene Kalk nicht gelöst und so unresorbirt den Darm durchwandern.

Es ist mir indessen seit lange auffallend gewesen, dass die auf einen Kalkmangel zurückzuführenden Knochenkrankheiten des wachsenden Organismus meist vorkommen bei Kindern bzw. Säuglingen, welche mit Kuhmilch oder andern Nahrungsmitteln »künstlich« aufgefüttert werden, ohne dass gerade stets Verdauungsstörungen oder Erkrankungen des Digestionsapparates vorausgehen mussten; sie sind dagegen bekanntlich ein selteneres Ereignis bei Kindern, die mit Muttermilch ernährt werden. Und doch wird im allgemeinen von den Kindern in der Muttermilch weniger Kalk verzehrt als in der Kuhmilch oder den künstlich zusammengesetzten Kindernahrungsmitteln, die bekanntlich ziemlich kalkreich sind. Und doch ist, worauf ich bereits vor Jahren aufmerksam machte[1]), die Menge von Kalk, welche ein Kind bei ausschliesslicher Zufuhr von verdünnter Kuhmilch in seinen Magen bringt, etwa dreimal grösser als die Kalkmenge, welche das Kind zum Ansatz von Körpersubstanz, speciell zum Knochenwachsthum, nöthig hat. Noch während meines Aufenthaltes in München hatte ich selbst Gelegenheit, das Auftreten von rhachitischen Erscheinungen an einem in der Behandlung meines Collegen Dr. Poppel stehenden Kindes zu beobachten, zu einer Zeit, wo die Ausscheinung der durch Wochen hindurch qualitativ und quantitativ untersuchten Fäces auf keine Darmerkrankung oder Verdauungsstörung schliessen liess.

Seit dieser Zeit schwebte mir der Gedanke vor, dass überhaupt der Kalk, auch wenn er in den verzehrten Speisen relativ reichlich enthalten wäre, im Darme auch normal nicht stets in ausreichendem Grade und aus jedem Nahrungsmittel gleichmässig resorbirt würde.

Die Resorption der Kalksalze in dem Darme der höheren Thiere kann nämlich nach allgemeiner Annahme nur im Magen und den Anfängen des Dünndarmes, beim Pflanzenfresser vielleicht

1) Sitz.-Ber. d. Münch. morphologisch-physiologischen Gesellschaft. Aerztliches Intelligenzblatt für Bayern, März 1878.

Digitized by Google

auch wieder im Blind- und Dickdarme, stattfinden. Im Magen des Menschen aber verweilen bekanntlich die aufgenommenen Speisen, abhängig von ihrer Art und Beschaffenheit und abhängig von dem Körperzustande dessen, der sie verzehrt, verschieden lange Zeit[1]; Antheile des Verzehrten werden dortselbst theils gelöst und resorbirt, andere Theile werden, soweit sie das nicht bereits schon sind, aufgeweicht und verkleinert, bzw. sie zerfallen mechanisch und gehen als Speisebrei, der aus einem Gemenge von gelösten und ungelösten Stoffen besteht, allmählich in den Dünndarm über. Man muss wohl von vorne herein annehmen, dass die Aufweichung und Vertheilung im Magen bei verschiedenen Speisen ungleich ist. Es ist daher auch nicht zu zweifeln, dass dabei auch die Menge der Speisebestandtheile, welche im ungelösten Zustande aus dem Magen in den Dünndarm gelangen, eine sehr wechselnde ist; ja es ist ebenso auch zu erwarten, dass dasselbe der Fall ist bei gleichen Nahrungsmitteln, welche etwa an verschiedenen Tagen von ein und derselben Person gegessen worden.

Insbesondere ist zu vermuthen, dass von Speisen, welche bereits in sehr fein vertheiltem Zustande in den Magen gelangen und nur kürzere Zeit daselbst verweilen, mehr Antheile ungelöst in den Dünndarm übertreten, als von Nahrungsmitteln, die eine mittlere Consistenz und Vertheilung nach ihrer Aufnahme in den Magen haben. Umgekehrt werden sicherlich Substanzen, welche in der Form von gröberen Partikeln verzehrt und verschluckt wurden, oder beispielsweise die käsigen Massen, in welchen die Kuhmilch im Magen des Säuglings häufig gerinnt, hier nicht völlig gelöst und zerkleinert, und wandern wahrscheinlich von ihnen nicht unbeträchtliche und wechselnde Antheile in grösseren oder kleineren Stückchen allmählich in den Dünndarm.

Dieses Verhalten ist bekanntlich der Grund, warum man aus dem Verschwinden von verzehrten Speisebestandtheilen aus dem Magen nicht auf deren Verdauung schliessen kann; ich erinnere mich einer grossen Versuchsreihe über Magenverdauung beigewohnt zu haben, welche Erismann vor Jahren im Münchener

1) Vgl. z. B. Jessen, Zeitschr. f. Biologie 1883 Bd. 19 S. 129.

physiologischen Institute unternommen hatte, und bei welcher sich bald die Unmöglichkeit herausstellte, namentlich nach dem Einführen von Fleisch in den Magen, die Antheile zu bestimmen, welche wirklich verdaut, bzw. gelöst, und welche nur in feinste Vertheilung gebracht und sodann ungelöst in die dünnen Därme übergeführt wurden. Bei den bereits erwähnten Versuchen von Jessen ist dieser Versuchsfehler nicht vermieden worden, wodurch der Werth derselben leider sehr beeinträchtigt wird.

Mit dem gleichen Verhalten ist aber auch die Möglichkeit gegeben, dass nach der Aufnahme von verschiedenen Nahrungsmitteln oder auch nach dem Verzehren des gleichen Nahrungsmittels zu verschiedenen Zeiten sehr ungleiche Mengen von Kalk, der in ihnen enthalten ist, während ihres Verweilens im Magen und ihres Durchtrittes in den Darm resorbirt werden. Eine solch ungleiche Resorption von Kalk aus verschiedenen Speisen muss sich ohne Zweifel noch umsomehr geltend machen, als der Kalk in ihnen in Form von Salzen vorkommt, die ungleichmässig in verdünnter Salzsäure auflösbar sind. Ja es liegt die Möglichkeit vor, dass in dem Magen selbst schwer oder gar nicht lösliche Kalksalze gebildet werden. Dies könnte beispielsweise der Fall sein, wenn Speisen, die mehr freie Fettsäuren als gewöhnlich enthalten, verzehrt werden, und letztere alsdann mit dem im Magen gelösten Kalke, bevor seine Resorption stattfindet, unlösliche Kalkseifen zu formen Gelegenheit finden.

Auf die vorstehenden Ueberlegungen hin erschien es mir daher für manche Ernährungsfragen schon seit lange wichtig, experimentell nachzugehen, wie gross die Menge von Kalk ist, welche unter wechselnden Umständen und nach der Aufnahme verschiedener Nahrungsmittel in den Verdauungsapparat resorbirt würde.

Nun kennt man wohl die Abtheilungen des Darmkanals, in welchen eine Lösung und Resorption der Kalksalze stattfinden kann; allein die näheren Bedingungen dieser Resorption sind durchaus nicht in hinreichendem Grade bekannt. Ich brauche auf diese Verhältnisse, die in den Handbüchern der Physiologie und der Arzneimittellehre genügend auseinandergesetzt sind, nicht näher einzu-

Digitized by Google

gehen, da es sich hier nicht um ein Studium der physiologischen Vorgänge bei der Kalkresorption handelt, sondern um einen hygienischen Zweck, bei welchem zunächst allein die quantitative Seite der Frage interessirt. Sieht man nun die Meinungen nach, welche verschiedene Autoren in letzterer Beziehung haben, so erkennt man leicht, dass hier von einer Uebereinstimmung keine Rede ist, ja dass die verschiedenen Vorstellungen hierüber sowohl, wie namentlich über die Methode der Beurtheilung oder Bestimmung der Kalkresorption sehr willkürlich, zum mindesten sehr unklar sind.

Man kann die herrschenden Anschauungen etwa in zwei Gruppen vertheilen. Die einen scheinen anzunehmen, dass der in verschiedener Form verzehrte Kalk zum Theile in den Anfängen des Darmkanales resorbirt und nach dieser Resorption, soweit er nicht etwa in dem Körper angesetzt würde, wieder aus dem Körper, und zwar mit dem Harne, eliminirt werde. Der dortselbst nicht resorbirte Antheil des aufgenommenen Kalkes würde den Darm von seiner Eingangs- bis zur Ausgangsöffnung durchwandern; der Kalk, der in den Dickdarmentleerungen ausgeschieden würde, würde hiernach unresorbirter, »unausgenützter« Kalk sein, welchem sich vielleicht noch aus dem Körper stammende Spuren im Darme beigemischt hätten. Einer solchen Meinung scheinen, abgesehen von den älteren Autoren, wie Neubauer, Hegar u. A. beispielsweise Nothnagel und Rossbach[1]) zu sein, wobei sie sich insbesondere auf die unter Buchheim's Leitung ausgeführten Untersuchungen von Körber über die Ausscheidung von Erdsalzen, die in die Blutbahn eingeführt wurden, stützen.

Nach dieser Meinung würde die im Harne ausgeschiedene Quantität Kalk selbstverständlich das Maass für die Bestimmung der Resorptionsgrösse der Kalksalze im Darme abgeben. In der That hat man bis in die jüngste Zeit stets aus dem Verhalten der Kalkausscheidung im Harne auch auf die Art der Resorption der arzneilich oder mit den Speisen eingeführten Kalksalze ge-

1) In der III. Auflage ihres Handbuches der Arzneimittellehre 1878 S. 79.

Digitized by Google

schlossen. Verhielte sich die Sache in der That so einfach, dann würde es auch nicht die geringste Schwierigkeit bieten, die uns vorliegende Frage zu beantworten, nämlich zu bestimmen, in welcher Quantität beim normalen Menschen, bei wechselnden Körperzuständen und aus den verschiedenen, von ihm gewöhnlich verbrauchten Nahrungsmitteln der in den letzteren enthaltene Kalk verdaut bzw. resorbirt würde. Man würde auf Grund einer so gewonnenen Erfahrung gerade bei der künstlichen Ernährung von Kindern, bei welchen so häufig rhachitische Processe, als Folge einer unzweckmässigen Ernährungsweise, beobachtet werden, durch eine geeignete Auswahl von Nahrungsmitteln, die ein günstiges Verhalten in Bezug auf die Kalkresorption zeigen, wahrscheinlich grossen Nutzen stiften können.

Es braucht nun nicht viel Ueberlegung, um zu erkennen, dass diese erste Anschauungsweise über die Resorption und Ausscheidung der Kalksalze viel zu einseitig ist. Schon Liebig hatte unter Berücksichtigung der chemischen Eigenschaften der Eisensalze und der phosphorsauren Erden sich ganz deutlich dahin ausgesprochen [1], dass ein Theil des Darmkanales die Function der Nieren als eines Absonderungsorganes, und dabei gerade auch für den Kalk, ausübe. Im Sinne der Autoren der zweiten Gruppe, nach welchen der in den Fäces enthaltene Kalk nicht ausschliesslich von einer unvollständigen Auslaugung der Erdsalze aus dem Darminhalte herrührt, sondern zweifellos theilweise aus den Organen ausgeschieden ist, spricht sich namentlich Voit [2]) aus, indem er sich hierbei hauptsächlich auf die Erfahrungen über die Ausscheidung der kalkhaltigen Fäces bei Hunger stützt. Dass der Darm ein Ausscheidungsorgan für den Kalk ist, geht auch aus meinen Salzhungerversuchen [3]), sowie aus vielen älteren, und auch jüngst noch von Arnold und Tereg [4]) ausgeführten Versuchen hervor, bei welchen Erd-

1) z. B. Chemische Briefe, Ausgabe 1845, S. 303 u. 304.

2) Handbuch der Physiologie, herausgegeben von Hermann, VI. Bd. I. Abth. S. 373 (1881).

3) Zeitschr. für Biologie 1876 Bd. 12 S. 464.

4) Pflüger's Archiv 1883 Bd. 32 S. 170.

Digitized by Google

salze nach der directen oder subcutanen Einführung in die Blutbahn nur zum Theile im Harne, zum Theile mit den Fäces ausgeschieden wurden.

Merkwürdigerweise aber spielt auch in den Vorstellungen der zweiten Gruppe trotz der Erfahrungen von E. Wildt[1]), welcher nachwies, dass in dem Darme des Pflanzenfressers von dem in der Nahrung verzehrten Kalke im Ganzen etwa $^3/_4$ resorbirt und etwa $^2/_3$ davon wieder im Darme ausgeschieden werden, die Excretion des Kalkes im Darmkanale nur eine untergeordnete Rolle und bildet auch für diese die Kalkausscheidung im Harne mehr oder weniger das Maass für die Beurtheilung von dessen Resorption. Voit[2]) nimmt beispielsweise, allerdings ohne nähere Gründe anzuführen, an, dass der Thierkörper bei der meist überschüssigen Kalkzufuhr aus dem Magen- und Darminhalte höchstens so viel Kalk aufnehme, als die Organe brauchen; an einer anderen Stelle meint er, dass leicht Mangel an Kalk bei der Kinderernährung eintreten könnte, da nach den von mir[3]) gefundenen Zahlen zum Wachsthum der Knochen ein Säugling täglich etwa 0,3^g Kalk bedürfe, in der von ihm getrunkenen Milch aber nur 0,55—2,37^g davon enthalten wären; darin liegt offenbar der Gedanke eingeschlossen, dass im allgemeinen nur eine geringfügige Kalkresorption normal statt habe. Arnold und Tereg[4]) verfallen dem gleichen Irrthum, in der Harnausscheidung das Maass für die Kalkresorption zu suchen, trotzdem in ihren eigenen Versuchen mit subcutaner Injection von Kalksalzen der Darm sich als Excretionsorgan für den Kalk erweist.

Ich glaube sonach nicht Unrecht gehabt zu haben, als ich oben die Vorstellungen über die Resorption und Ausscheidung des Kalkes unklar nannte. Namentlich auf Grund der Versuche von Wildt, die offenbar nicht die genügende Beachtung gefunden haben, hat man ohne Zweifel viel mehr das Recht zu der Annahme, dass in der Regel aus den verzehrten Speisen relativ

1) Eug. Wildt, Chemisches Centralblatt 1875 S. 73.
2) Voit a. a. O. S. 374.
3) Bayerisches ärztliches Intelligenzblatt, März 1878.
4) a. a. O. S. 134.

Digitized by Google

reichliche Mengen von Kalk gelöst und resorbirt werden, und dass bei einer reichlichen Aufnahme von Kalk auch dessen Resorption eine erhöhte ist; eine solch reichliche Resorption wird aber nicht durch die Analyse der Ausscheidungen erkannt, da eben hierbei nicht bloss die Secretion des Kalkes in den Nieren, sondern ebenso gut und noch mehr die im Darme gesteigert sein kann. Der Kalk, welcher für gewöhnlich in den Fäces entleert wird, braucht nicht zum grössten Theile nur einfach »unausgenützt« durch den Verdauungsapparat durchgewandert zu sein; es ist im Gegentheile wahrscheinlicher, dass er vor seiner Entleerung, vielleicht sogar nahezu vollständig, resorbirt gewesen und in Wirklichkeit eine Zeit lang im Blute und den Organen gekreist oder verweilt hat.

Wie erwähnt, ist solches für den Pflanzenfresser durch E. Wildt bereits bewiesen. Dieser fütterte zwei Hammel mit einer bekannten Menge von genau analysirtem Futter mehrere Tage lang, tödtete sodann die Thiere und bestimmte die Menge und Zusammensetzung des Inhaltes der verschiedenen Darmabschnitte derselben. Aus dem wechselnden Verhältnisse, in welchem die Kieselsäure zu den anderen Futterbestandtheilen in dem gereichten Futter, wie in den einzelnen Theilen des Darmes stand, wurde sodann die Menge der in den letzteren resorbirten und secernirten Stoffe berechnet, unter der im allgemeinen zweifellos richtigen Annahme, dass die Kieselsäure nicht oder höchstens in Spuren im Darme der Versuchsthiere resorbirt werde.

Sollte nun über die Grösse der Kalkresorption bei der Darreichung von verschiedenen Nahrungsmitteln ein Urtheil gewonnen werden, so musste ein ähnlicher Weg eingeschlagea werden, wie der, den Wildt betreten hatte. Wohl ist nun anzunehmen, dass die Verhältnisse bei der Ausscheidung von Kalk im Darme des Fleischfressers und Omnivoren, bzw. des Menschen, um welchen es sich im hygienischen Sinne allein handeln kann, denen im Darme des Pflanzenfressers, des von Wildt gebrauchten Versuchsthieres, wahrscheinlich sehr ähnlich sind. Da nach den Versuchen von Wildt die Excretion von Kalk hauptsächlich im Dünndarme erfolgt, so ist anzunehmen, dass beiderseits keine

Digitized by Google

qualitativen, sondern höchstens bis zu einer gewissen Grenze quantitative Unterschiede existirten. Grössere Differenzen aber sind in Bezug auf die Resorption des Kalkes zwischen den beiden genannten Thiergruppen zu erwarten. Denn gerade beim Pflanzenfresser, speciell beim Wiederkäuer, an welchem Wildt seine Versuche anstellte, sind die anatomischen Verhältnisse des Verdauungsapparates derart, dass die verzehrte Nahrung relativ lang Gelegenheit zum Verweilen in den Mägen hat und daher an eine relativ günstige Ausnützung des aufgenommenen Kalkes von vorne herein gedacht werden kann. Es ist daher klar, dass Versuche am Pflanzenfresser keineswegs genügend Aufschluss geben konnten, wie sich die Sache beim Menschen verhielte. Da aber selbstverständlich Versuche der verlangten Art am Menschen selbst ausgeschlossen sind, so beschloss ich, die für den vorliegenden Zweck erforderlichen Untersuchungen am Fleischfresser anzustellen, an dessen Verdauungsapparat sich der menschliche Darm, speciell mit Rücksicht auf das Verhalten des Kalkes, jedenfalls mehr anschliessen dürfte, als dem Darme des Wiederkäuers. Als sich nun im Frühjahre des Jahres 1882 Herr studiosus medicinae J. Bijl an mich wandte, um in meinem Laboratorium eine Arbeit auszuführen, schlug ich ihm vor, eine Versuchsreihe an Hunden, den für unsere Laboratoria am leichtesten zu erhaltenden geeigneten Versuchsthieren, auszuführen, um einige Aufschlüsse über das Verhalten des Kalkes, welcher in einem bestimmten Nahrungsmittel, und zwar zunächst in Milch gefüttert wurde, während des Durchtrittes der eingenommenen Substanzen durch den Verdauungsapparat zu gewinnen, um dann daran späterhin vergleichende Untersuchungen über die Kalkresorption bei Darreichung verschiedener Nahrungsmittel anzuschliessen, welche vorzüglich für die sog. künstliche Ernährung von Kindern einige Bedeutung besitzen. Herr Bijl hat unter meiner Leitung und Controle die nachstehenden Versuche zuerst im Frühjahre und Sommer 1882 und dann nach einiger Unterbrechung, welche zum Theile durch die Ablegung seines medicinischen Staatsexamens, zum Theil durch meine Uebersiedelung aus dem provisorischen in das durch die Stadt

Digitized by Google

Amsterdam neu errichtete, definitive hygienische Laboratorium hervorgerufen war, im Winterhalbjahr 1882/83 ausgeführt.

Der Bestimmungsmethode von Wildt konnten wir allerdings aus begreiflichen Gründen nur theilweise folgen. Unsere Versuche mussten in der Weise angestellt werden, dass die Versuchsthiere wohl auch eine bestimmte Zeit nach der bekannten Nahrungsaufnahme getödtet und in den verschiedenen Theilen ihres Verdauungskanales die vorhandenen Kalkmengen bestimmt wurden; allein da bei der für unsere Zwecke nöthigen Fütterungsweise eine Vergleichssubstanz, wie die Kieselsäure, nicht anzuwenden war, so musste statt dessen eine grössere Anzahl von Versuchen gemacht werden. Dabei konnte man erwarten, auf indirectem Wege und unter genauer Beachtung des Gesammtbefundes Anhaltspunkte genug zur Beurtheilung des Weges zu gewinnen, welchen der jeweilig gefundene Kalk zurückgelegt hatte.

Die Aufgabe, die ich Herrn Bijl stellte, bestand darin, bestimmte Zeiten nach der Aufnahme von Milch, die für sich allein oder unter Zusatz von Kalksalzen an die Versuchsthiere (junge und ausgewachsene Hunde von etwa 4—7 ^{kg} Körpergewicht) gereicht wurde, diejenigen Kalkmengen zu bestimmen, welche im Inhalte der verschiedenen Theile des Darmrohres der rasch getödteten Thiere sich befanden, und diese mit der aufgenommenen Quantität von Kalk zu vergleichen. Zur Lösung dieser Aufgabe wurde in folgender Weise verfahren:

Das jeweilig benutzte und gewaschene Thier wurde vor dem Versuche in einem hochgestellten, eisernen, sorgfältig rein gehaltenen Käfige, der zum Ablaufen des Harnes mit einem geneigten Boden versehen war, eingeschlossen gehalten. Zunächst erhielt dann das Thier, nach einem oder zwei vorausgehenden Hungertagen, jedesmal 2—3 Tage lang eine seiner Grösse entsprechende Menge von reinem, von Sehnen und Knochen völlig befreitem Fleische, um auf solche Weise den Darm von früheren Speiseresten zu befreien und höchstens noch im Dickdarme reinen zähen Fleischkoth anzusammeln, dessen Aussehen und Zusammensetzung nach den zahlreichen Fütterungsversuchen Voit's und seiner Schüler hinreichend bekannt und der vom anderen Darm-

Digitized by Google

inhalte leicht zu unterscheiden ist. Nach dieser Fleischdiät hatte jedes Versuchsthier 60 Stunden lang zu hungern. Nach meinen früheren Erfahrungen, die sich hier wieder bestätigten, erreichten wir damit, dass das ganze Darmrohr stets völlig leer war mit Ausnahme der untersten Theile des Dickdarmes, bzw. des Rectums, in welchem meist noch einige Reste von zähen, trockenen, schwärzlich gefärbten Fleischfäces von bekannter Zusammensetzung vorgefunden wurden. Bei ein paar Thieren allerdings erfolgte eine Entleerung der Fleischfäces in dieser Vorbereitungsperiode nur sehr wenig; in solchen Fällen haben wir, um eine stärkere Füllung des Dickdarmes zu vermeiden, am Ende des ersten, auf die Fleischfütterung folgenden Hungertages durch Applicirung eines Clystiers von lauem Seifenwasser die Dickdarmentleerungen veranlasst.

Nach solchen Vorbereitungen erhielt dann das Thier am Ende des 60stündigen Hungers die ihm bestimmte Milch (in einzelnen Fällen noch andere später zu erwähnende Substanzen), die es stets begierig zu sich nahm. In den verschiedenen Versuchen war die Menge der gegebenen Milch ungleich; um jedoch einen rascheren Durchtritt der verzehrten Milch durch den Magen und Dünndarm möglichst zu vermeiden, wurden im allgemeinen nur geringe Quantitäten gereicht und aus gleichem Grunde diese stets vor dem Genusse auf etwa 32—35° C. erwärmt.

Das nunmehr meist ausserhalb des Käfigs gehaltene Thier wurde sorgfältig bewacht, damit es nicht etwa kalkhaltigen Staub oder Schmutz lecken konnte; nach Ablauf einer bestimmten Zeit, die in den verschiedenen Versuchen von 1—4 Stunden betrug, wurde es rasch chloroformirt und nach dem Oeffnen der beiden Arteriae femorales durch Verbluten und bisweilen durch Durchstechung der medulla oblongata möglichst rasch getödtet. Im warmen Zimmer wurde dann sofort die Bauchhöhle geöffnet und mit bereit gehaltenen Schlingen in situ an der Cardia, am Pylorus, etwa am Ende des Duodenums, an der Bauhini'schen Klappe und endlich, wenn es dem Aussehen des Darmes nach zweckmässig erschien, auch im Dickdarme das Darmrohr abgebunden, der Verdauungsapparat auf solche Weise

Digitized by Google

in mehrere Theile von einander getrennt und endlich durchschnitten. Mit Hilfe einer kleinen, von Herrn Bijl erfundenen mechanischen Vorrichtung wurde hierauf der Inhalt der einzelnen Abschnitte des Darmes in gewogenen Schalen gesammelt, indem durch einen Längsschnitt durch die blutlose Wand Magen und Darmtheile geöffnet, die darin enthaltenen Substanzen entleert und die der Schleimhaut anhängenden Reste mit destillirtem Wasser abgespült wurden.

Ich habe mich noch besonders davon überzeugt, dass auf solche Weise der Darminhalt ohne Verlust erhalten werden konnte. Gerade in den Versuchen nämlich, in welchen (s. u.) aufs feinste pulverisirte Kalksalze mit Milch in den Magen eingeführt wurden, habe ich nach vollendetem Versuche die Schleimhaut des Magens und Dünndarmes abpräpariren und in ihr den Kalkgehalt bestimmen lassen. Je nach der Grösse der Versuchsthiere wurden dabei 4—16 mg Calcium gefunden; procentisch auf die Trockensubstanz der Schleimhäute berechnet ergab sich im Mittel aus 7 Bestimmungen:

In der Trockensubstanz	der Magenschleimhaut	0,05 %	Calcium
» » »	der Schleimhaut des Duodenums	0,07 %	»
» » »	der Schleimhaut des Ileums .	0,06 %	»

Aus Blut und Muskel des normalen Hundes, die bei 100° getrocknet waren, habe ich früher [1]) 0,06, bzw. 0,05 % Calcium erhalten. Es ist damit wohl deutlich, dass selbst bei einer Fütterungsweise, bei welcher relativ reichlich Kalk im Darme zu erwarten war, kein Kalk an der Oberfläche der Schleimhaut hängen geblieben sein konnte.

Der Inhalt der Schalen wurde bei 100° getrocknet und gewogen, hierauf verbrannt und in der Asche der Kalk in bekannter Weise als kohlensaurer Kalk bestimmt. Die Menge des Kalkes, der in dem gereichten Nahrungsmittel enthalten oder diesem in Form von analysirtem phosphorsauren Kalke zugesetzt worden war, wurde jedesmal aufs genaueste bestimmt. In der Berechnung wurde die gefundene Kalkmenge als Calcium aufgeführt. In

1) Zeitschrift für Biologie 1876 Bd. 12 S. 446.

Digitized by Google

einigen Versuchen wurde neben dem Trocken- und Kalkgehalte auch der Gehalt der Zufuhr an Aetherextract in Soxhlet's Apparat bestimmt und ebenso dann der Inhalt der Schalen vor dem Verbrennen mit Aether extrahirt und das erhaltene Extract gewogen.

In solcher Weise wurden nun in der angegebenen Zeit, unter Abrechnung einiger Bestimmungen, welche noch in meinem provisorischen Laboratorium Herrn Bijl missglückten, die in den nachstehenden Tabellen zusammengestellten Versuche ausgeführt.

Die Einzelheiten der Versuche und die Unterschiede zwischen denselben ergeben sich aus den in den drei Tabellen angeführten Zahlen von selbst, so dass ich es unterlassen kann, auf sie noch näher einzugehen. Die Frage für den vorliegenden Zweck ist vielmehr, was mit Bezug auf die Resorption des Kalkes im Darme der Versuchsthiere aus den Tabellen geschlossen werden kann.

Schon eine oberflächliche Betrachtung der Versuchsresultate genügt zunächst, um erkennen zu lassen, dass mit ihnen das Minimum an Kalk festgestellt ist, welcher in der jedesmaligen Versuchszeit jedenfalls resorbirt worden ist.

Tabelle I.

Versuchsnummer	Zufuhr	In der Zufuhr enthalten in grm Calcium	Trockensubstanz	Fett	Tod des Thieres in Stunden nach der Nahrungsaufnahme
1	250g Milch	0,250	23,4	5,25	2
2	50 » » + 0,654 $Ca_3P_2O_8$	0,303	7,3	—	1
3	200 » » + 0,670 »	0,445	27,3	—	4
4	200 » » + 0,680 »	0.514	28,5	—	2
5	200 » » + 0,690 »	0,504	32,3	—	2½
6	95,3 » »	0,405	22,9	—	2
7	60,0 » frisch mit Lab gefälltes Casein	0,288	19,0	7,23	2
8	78,5 » » » » » »	0,267	21,1	—	4½
9	94,5 » » » » » »	0,418	31,3	—	4½
10	121,0 » » gefälltes Casein mit Kohle	0,546	42,0	—	2
11	104,0 » Brod	0,067	59,6	—	4½
12	102,0 » frischer Speck	0,0002	93,3	93,3	3

Digitized by Google

Tabelle II.

Versuchsnummer	grm Calcium gefunden im			
	Magen	Duodenum	oberen Theile des Dünndarms	unteren Theile des Dünndarms
1	0,035	0,004	0,034	0,095
2	0,157	0,015	0,048	0,023
3	0,216	0,005	0,013	0,113
4	0,186	0,008	0,058	0,093
5	0,038	0,012	0,206	0,055
6	0,076	0,004	0,030	0,122
7	0,250	0,005	0,012	0,010
8	0	0,009	0,043	0,070
9	0,053	0,003	0,068	0,102
10	0,294	0,004	0,011	0,029
11	0,003	0,002	0,002	0,002
12	0,004	0,001	0,005	0,008

Tabelle III.

Versuchsnummer	grm Trockensubstanz gefunden im					Aether-extract im Magen
	Magen	Duodenum	Dünndarm oberer Theil	Dünndarm unterer Theil	im ganzen Darm	
1	7,41	0,33	4,76	5,71	18,20	4,2
2	3,50	1,27	3,63	1,10	9,50	—
3	25,12	0,69	1,58	3,16	30,56	—
4	11,20	0,90	6,86	2,94	21,90	—
5	29,07	1,00	3,79	1,29	35,15	—
6	5,29	1,03	6,91	4,07	17,30	—
7	19,23	0,95	2,76	1,52	24,46	6,5
8	6.40	1,48	6,11	2,59	16,58	—
9	9,75	2,13	9,53	5,52	26,94	—
10	31,07	1,07	2,67	1,37	36,18	—
11	26,81	0,64	3,87	3,10	34,42	—
12	86,89	1,09	4,45	5,57	101,60	85,2

Unter dem Einflusse der ganzen Versuchsanordnung war das Darmrohr der Versuchsthiere von fremden, von aussen eingeführten Substanzen frei geworden. Höchstens in der unteren Hälfte des Dickdarmes befanden sich noch meist stark einge-

Digitized by Google

dickte Antheile von Fleischfäces, die von der vorausgehenden Fleischfütterung stammten; dessen obere Hälfte wurde stets leer gefunden. Es waren somit von den kurz vor der Tödtung gereichten Substanzen keine Antheile über die Bauhini'sche Klappe hinausgelangt. Ausser durch das Verhalten der Fleischfäces konnte dieser für uns sehr wichtige Befund noch auf besondere Weise sichergestellt werden. Es wurden nämlich in einer Anzahl der obigen Versuche etwa 20—22 Stunden vor der Darreichung von Milch oder Casein, also im Laufe der 60stündigen Hungerperiode, den Thieren etwas feinster Russ, wie er zur Bereitung von Druckerschwärze verwendet wird, nach dem Vorgange von Prof. Hofmann in Leipzig und Tr. Cramer[1]) gereicht. Die Kohle fand sich sodann stets im Dickdarm angehäuft, und zwar gerade vor dem leicht als Fleischkoth erkennbaren Inhalte desselben gelagert, während der Anfangstheil des Dickdarmes vom Coecum angefangen bis zu dieser Anhäufung frei von den leicht erkennbaren Kohlenpartikelchen war. In einigen anderen Fällen wurde das Kohlepulver mit dem Casein oder der Milch vermengt den Thieren gegeben; mit Ausnahme eines einzigen Males, bei einem sehr alten Thiere, bei dem sich ein völlig pathologischer Darm vorfand, und bei welchem eine weitere Bestimmung daher unterblieb, war die Kohle nie völlig bis zur Valvula Bauhini, geschweige über diese hinaus, durch den Darm gedrungen, wie die makroskopische und mikroskopische Untersuchung nicht unschwer feststellen liess.

Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass die Differenz zwischen der Menge von Kalk, welcher bei den obigen Versuchen in der Zufuhr enthalten war, und zwischen dem Kalke, welcher im Inhalte des Magens und der einzelnen Abschnitte des Dünndarmrohres bestimmt wurde, diejenige Kalkmenge ausdrückt, von welcher sicher ist, dass sie innerhalb der gewählten Versuchszeit aus dem Verdauungsapparate in das Körperinnere getreten ist. In der nachstehenden Tabelle sind die Gesammtzahlen für das Calcium, welche in den einzelnen Versuchen erhalten wurden, zusammen-

1) Zeitschrift für physiologische Chemie 1882 Bd. 6 S. 354.

Digitized by Google

gestellt und daraus die minimale Kalkresorption procentisch berechnet. Dies gibt:

Tabelle IV.

Versuchsnummer	Calcium in der Nahrung	Calcium im Magen und Dünndarm zusammen	Differenz	Minimale Kalkresorption in %
1	0,250	0,168	0,082	32
2	0,303	0,243	0,060	19
3	0,445	0,347	0,098	22
4	0,514	0,345	0,169	33
5	0,504	0,311	0,193	38
6	0,405	0,232	0,173	42
7	0,288	0,277	0,011	4
8	0,267	0,213	0,154	59
9	0,418	0,225	0,193	46
10	0,546	0,338	0,208	38
11	0,067	0,009	0,058	87

Durch unsere Versuche ist hiermit als sicher dargethan, dass von dem durch den Mund aufgenommenen Kalke, auch wenn er in verschiedener Form gereicht wird, ein ganz beträchtlicher Theil resorbirt wird. Bevor ich jedoch auf die Verhältnisse, welche diese Resorption beherrschen, näher eingehe, ist erst die Frage zu besprechen, woher der in den einzelnen Abschnitten des Dünndarms gefundene Kalk stammt.

Wie früher bereits auseinandergesetzt, wird mit der Galle und den anderen Darmsäften — wenn auch nach den bei L. Hermann ausgeführten Versuchen von Lehmann[1]) der aus einer Thiry-schen Darmfistel bei der Ziege gewonnene Darmsaft kein Calcium enthalten soll — nicht unansehnlich Kalk in den Dünndarm secernirt, der hier, namentlich beim Fleischfresser und beim Menschen, kaum mehr besondere Bedingungen für eine Wiederresorption findet. Man darf daher wohl mit Sicherheit behaupten, dass ein Theil, ja vielleicht der grössere Theil des Kalkes, welcher im Inhalte des Ileums gefunden wurde, nicht von dem Magen aus in den Darm gelangte, sondern mit den Verdauungssäften in

1) Pflüger's Archiv 1881 Bd. 33 S. 180.

Digitized by Google

letzterem selbst ausgeschieden und daselbst in einen unlöslichen, bzw. unresorbirbaren Zustand übergeführt wurde.

Es liegt auf der Hand, dass damit die Resorption des Kalkes in Wirklichkeit noch bedeutender war, als sie nach den Zahlen der Tabelle IV berechnet wurde.

Innerhalb der von mir gewählten Zeit, welche zwischen der Nahrungsaufnahme und der Tödtung der Thiere verstrich, gelangten allerdings Antheile der in den Magen eingeführten Substanzen von hier aus selbst bis in die tieferen Theile des Dünndarms. Dass dies nicht minder für gelöste, wie für ungelöste Substanzen geschieht, ja dass es unter den gewählten Versuchsbedingungen selbst unerwartet schnell geschehen kann, davon habe ich mich auf zwei Weisen überzeugen können.

Erstens wurden hierzu ein paar nicht in die Tabellen aufgenommene Versuche benutzt, in welchen die Tödtung der Thiere innerhalb zwei Stunden nach der Aufnahme von Milch vorgenommen wurde. Da in diesen wegen eines Unfalles und damit verknüpften Verlustes an Substanz während der Trocknung des Schaleninhaltes eine Kalkbestimmung unterlassen wurde, so wurde der Inhalt der verschiedenen Abschnitte des Dünndarmes auf Zucker untersucht. Es erwiesen sich nun nicht bloss Magen und oberer Theil des Dünndarmes, sondern auch dessen unterer Abschnitt zuckerhaltig, was selbstverständlich nur von der aufgenommenen Milch herrühren konnte.

Zweitens aber wurde, wie bereits erwähnt, in mehreren Versuchen, in welchen Casein gefüttert wurde, dieses vor der Darreichung mit feinstem Russe vermengt. Es fanden sich alsdann nach der Tödtung des Thieres die namentlich mit dem Mikroskope leicht erkennbaren Kohlenpartikelchen im ganzen Dünndarme vor, wenn auch meist der grösste Theil davon noch nicht den Magen verlassen hatte. Die Valvula Bauhini war übrigens in diesen Fällen weder von der Kohle, worauf ich bereits aufmerksam machte, noch vom Zucker überschritten worden.

Es ist möglich, dass der gelöste Zucker, wie die ausserordentlich fein vertheilte Kohle schneller durch den Dünndarm hindurchwandert, als andere Substanzen; allein man ist doch

Digitized by Google

bis zu einem gewissen Grade zu der Annahme gezwungen, dass auch ein Theil der in den Magen eingeführten Kalksalze von da aus in den Dünndarm gelangte, ohne auf diesem Wege resorbirt zu werden. Immerhin aber spricht meiner Meinung nach manches dafür, dass ein derartiger Vorgang nur in beschränktem Maasse statt hat.

Zunächst ist nun wohl daran zu denken, dass gerade während des Todeskampfes auch in der Narkose eine Vermengung und Fortbewegung des Darminhaltes in stärkerer Weise und auf weitere Abschnitte hin erfolgt, als im lebenden Thiere während normaler Verdauung. Ich werde in einer späteren Mittheilung auf diesen nicht unwichtigen Punkt zurückkommen.

Dann aber zeigte sich in den Versuchen selbst und zwar in denjenigen, in welchen die Versuchsthiere keinen Kalk in dem Futter erhielten, z. B. bei der Fütterung mit Speck, oder bei Darreichung von 200 ^{g} einer 4 proc. Zuckerlösung oder beim Hungern — welch letztere beiden Versuche nicht in die Tabelle aufgenommen wurden —, dass hier im ganzen Darmkanale bestimmt Kalk gefunden wird. Dass nur wenige Milligramme davon secernirt sind, lässt sich wohl begreifen; denn bekanntlich wird die Secretion der Verdauungssäfte wesentlich durch den mechanischen und chemischen Reiz der Speiseaufnahme veranlasst: je geringer aber diese Aufnahme, um so weniger intensiv wird auch die Secretion, welche Kalksalze in den Darm hierbei liefern konnte, sein.

Es ist ferner bemerkenswerth, dass in den letzterwähnten Versuchen die Menge des Kalkes im Inhalt der Darmabschnitte deutlich, wenn es sich dabei auch nur um Milligrammen handelt, mit der Entfernung vom Magen, speciell im unteren Theile des Dünndarmes, zugenommen hat. Siehe beispielsweise Versuch 12 in Tabelle I, dessen Zahlen entsprechende Verhältnisse auch nach der Zuckeraufnahme gefunden wurden: nämlich kein Kalk im Magen, im Duodenum Spuren, welche noch nicht ein halbes Milligramm betrugen und im Ileum 4 ^{mg}. Auch in anderen Versuchen, die in der Tabelle angegeben sind, fällt ebenfalls auf, dass meist in dem untersten Theile des Ileums die relativ grösste Kalkmenge gefunden wurde, während beachtenswertherweise im

Digitized by Google

Inhalte des Duodenums — worunter der Anfangstheil des Dünndarmes zu verstehen ist, welcher sich vom unteren Rande des Pyloruswulstes etwa 20—21 cm nach abwärtshin erstreckt — stets nur äusserst geringe Mengen von Kalk, auch dann wenn viel davon in den Magen aufgenommen worden war, enthalten sind.

Diese verschiedenen Befunde sprechen dafür, dass eine directe Auswanderung der Kalksalze aus dem Magen in den Dünndarm, ohne Resorption derselben, nur in geringem Grade stattgefunden hat, und dass der im Dünndarme gefundene Kalk zum grössten Theile aus dem Körperinnern ausgeschieden worden ist. Es verhält sich dies beim Hunde sonach ebenso, wie nach den erwähnten, sich auf längere Zeit erstreckenden Versuchen von Wildt beim Pflanzenfresser.

Aber auch noch andere Erscheinungen rechtfertigen diese Schlussfolgerung. Dazu gehört insbesondere das Verhältniss des Kalkgehaltes zu dem Gehalte von Trockensubstanz oder Fett in den einzelnen Abschnitten des Darmkanals. Zwar ist von vornherein begreiflich, dass dies Verhältnis inconstant sein muss; allein es ist doch auffallend, dass die Mengen der genannten Stoffe namentlich dann auch sehr incongruent sind, wenn entweder zwischen der Fütterung und der Tödtung der Thiere längere Zeit verstrich, oder dann wenn im Magen noch grössere Mengen von Trockensubstanz gefunden wurden, in den Fällen also, wo zweifellos nur kleinere Antheile der verzehrten Stoffe von dem Magen in den Dünndarm übergetreten waren. In Versuch 3 (s. Tabelle I—III) sind beispielsweise noch etwa 92 % der verzehrten Trockensubstanz (allerdings ohne Abzug der secernirten Stoffe) im Magen vorhanden, während doch bereits die Hälfte des aufgenommenen Kalkes verschwunden ist; es ist schwer hier anzunehmen, dass die 0,113 g Calcium, die im untersten Abschnitte des Dünndarmes dabei gefunden wurden, nahezu für sich allein aus dem Magen ausgewandert, dagegen Eiweissstoffe u. a. in ihm zurückgeblieben seien. In Versuch 5 und 11 sind aus dem Magen, trotz einer relativ nur wenig intensiven Verdauung während der Versuchszeit, doch schon 93, bzw. 96 % des gereichten Kalkes verschwunden. In Versuch 1, in welchem auch das Aetherextract des Magen-

Digitized by Google

inhaltes quantitativ bestimmt wurde, waren nach Ablauf von zwei Stunden von dem verzehrten Fett, das in den Anfangstheilen des Verdauungsapparates nicht verändert wird und sich sonach in seinem Verhalten noch mehr als andere Substanzen den — wie bei einer solchen Wanderung supponirt werden müsste — unlöslich bleibenden Kalksalzen anschliessen würde, noch 79 % im Magen anwesend, sonach 21 % in den Dünndarm übergetreten. Nach allen Erfahrungen würde kaum die Hälfte der letztgenannten Fettmengen, unter der Annahme, dass nichts von ihnen resorbirt worden wäre, sich in der Versuchszeit bereits bis in die unteren Theile des Ileums fortbewegt haben. Von dem gesammten Fett, das verzehrt wurde, würden also, trotzdem es sich im Darmkanale in geschmolzenem Zustande befindet, nur kleine Antheile, etwa 10 %, bis in den unteren Dünndarm gelangt sein; gerade wie bei der gereichten Kohle, von welcher auch, wie erwähnt, nur Spuren sich in der Nähe der Bauhini'schen Klappe vorfanden. Es wäre ungereimt, sich vorzustellen, dass in diesem Versuche in der gleichen Zeit bereits 46 % des verzehrten Kalkes in ungelöstem Zustande das ganze Darmrohr durchwandert und in seinem unteren Abschnitte angekommen wären. Es liegt selbstverständlich die Annahme viel näher, dass der hier gefundene Kalk nicht direct von dem in den Magen eingeführten Kalke stammt.

Eine Reihe von Gründen machen es sonach in hohem Grade wahrscheinlich, dass der im Dünndarme vorgefundene Kalk weitaus zum grösseren Theile aus dem Körperinnern in das Darmlumen secernirt wurde und hier nicht mehr die Bedingungen zu einer Wiederresorption vorfand. Ist dies aber der Fall, so ist offenbar die Kalkresorption im Magen oder in den Anfangstheilen des Verdauungsapparates noch grösser, als in den procentischen Minimalzahlen der Tabelle IV ausgedrückt ist. Allerdings ist nun nicht anzugeben, wie gross thatsächlich in unseren Versuchen diese Resorption war; aber man wird von der Wirklichkeit nicht zu weit entfernt sein, wenn man, wie wir willkürlich aber nach Obigem doch mit genug Berechtigung gethan haben, annimmt, dass von dem im gesammten Dünndarme gefundenen Kalke ein Drittel direct aus dem Magen stamme,

Digitized by Google

zwei Drittel dagegen aus den Darmdrüsen, Leber u. s. w. secernirt worden seien. Auf diese Weise erhält man als wahrscheinliche Grösse der Kalkresorption in den obigen Versuchen:

Tabelle V.

Versuchs-nummer	grm Calcium in der Zufuhr	grm Calcium im Magen + $^1/_3$ aus dem Dünndarm	Differenz	Wahrscheinliche Resorptions-grösse in %
1	0,250	0,079	0,171	68
2	0,303	0,186	0,117	38
3	0,445	0,253	0,192	43
4	0,514	0,239	0,275	53
5	0,504	0,129	0,375	74
6	0,405	0,128	0,277	68
7	0,288	0,259	0,029	10
8	0,267	0,040	0,227	85
9	0,418	0,110	0,308	74
10	0,546	0,309	0,237	43
11	0,067	0,004	0,063	94

Nach den in meinem Laboratorium ausgeführten Untersuchungen steht es sonach vorläufig fest, dass beim Fleischfresser und wohl auch — man wird mit dieser Annahme nicht weit irren, wenn auch einige quantitative Unterschiede vorhanden sein werden — beim Menschen von dem in gewissen Nahrungsmitteln verzehrten Kalke ganz beträchtliche Antheile im Magen resorbirt werden. Die Quantitäten, welche hier die Bedingungen der Resorption finden, übersteigen sogar häufig trotz der kurzen Verdauungszeit procentisch die von E. Wildt am Pflanzenfresser erhaltene Zahl. Das ist leicht begreiflich, da ja der Salzsäuregehalt in dem Magensafte des Hundes grösser ist als in dem des Pflanzenfressers; aus diesem Grunde müssen von vornherein die Lösungsbedingungen der in den Magen des Fleischfressers eingeführten Kalksalze für günstiger angesehen werden, als bei dem Pflanzenfresser der Fall ist. Der Mensch dürfte, wenn man die Eigenschaften seines Magensaftes berücksichtigt, in Bezug auf die quantitative Seite der Kalkresorption ungefähr in die Mitte zwischen Fleisch- und Pflanzenfresser zu stellen sein.

Digitized by Google

Damit ist auch das Ziel erreicht, das ich für die vorläufige Untersuchung aufgestellt hatte. Nachdem einmal dargethan ist, dass bis auf eine gewisse Grenze hin sehr wohl die Kalkresorption zu bestimmen ist, kann nun an die weiteren Versuchsreihen gegangen werden, um im Hinblick auf den uns vorgestellten hygienischen Zweck nachzugehen, ob Differenzen bei der Resorption des Kalkes bestehen, wenn dieser in verschiedenen Nahrungsmitteln in den Verdauungsapparat eingeführt wird.

Dass Ungleichheiten in der Kalkresorption vorhanden sind, ergibt sich übrigens bereits aus den bis jetzt zusammengestellten Versuchen, von welchen Herr Bijl die Ausführung übernommen hatte. Da ich bei einer folgenden Gelegenheit specieller die Ursachen davon zu besprechen gedenke, so wünsche ich jetzt darauf nur kurz einzugehen, um an der Hand der hier mitgetheilten Versuche zu zeigen, in welcher Richtung die weiteren Untersuchungen angestellt werden, nachdem einmal der Weg einigermaassen gebahnt ist. Es liegt auf der Hand, dass zunächst wesentlich drei Momente von Einfluss auf die Grösse der Kalkresorption sind, die theilweise in den obigen Versuchen bereits auseinandergehalten werden können. Es sind dies: 1. die Beschaffenheit der Nahrungsmittel, bzw. die Art, wie der Kalk in ihnen enthalten ist; 2. die Menge des Kalkes, der aufgenommen wird, und 3. die Zeitdauer, während welcher die aufgenommenen Speisen in dem den Kalk resorbirenden Magen verweilen können. Letzteres ist in den Versuchen ausgedrückt durch die Anzahl von Stunden, welche zwischen der Nahrungsaufnahme und der Tödtung des Thieres verstrich.

Die obigen Versuche können nun nach diesen drei Momenten geordnet zusammengestellt werden; thut man dies, so erhält man die Tabellen VI, VII, VIII (S. 409, 410).

Da die einstweilen mitgetheilten Versuche nur die Basis für weitere Untersuchungen zu liefern hatten, so soll natürlich auf Grund derselben mit Sicherheit kein Urtheil über die Intensität der Wirkung der drei genannten Momente hier abgegeben werden. Allein aus den eben angeführten Tabellen geht doch deutlich genug hervor, dass jedem derselben ein bestimmter und wohl

Digitized by Google

auch ein messbarer Einfluss zukömmt. So sieht man, ohne in Details einzutreten, dass nach der Fütterung mit Brod procentisch mehr Kalk resorbirt wird, als bei Darreichung von Milch; die procentischen Zahlen für die Kalkresorption scheinen bei der Zufuhr von Casein höher zu sein als bei Milchgenuss; je mehr Kalk endlich im allgemeinen aufgenommen wird, um so mehr scheint resorbirt zu werden. Es kann daher von jetzt an schon keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die weiter angestellten und später zu veröffentlichenden Versuche brauchbare Resultate liefern werden.

Tabelle VI.

Versuchs-nummer	Art der Nahrung	Resorptions-grösse in %
1	200 g Milch	68
2	50 » mit phosphorsaurem Kalk	38
3	200 » » » »	43
4	200 » » » »	53
5	220 » » » »	74
6	95,5 » » » »	68
7	60,0 » Casein	10
8	78,5 » »	85
9	94,5 » »	74
10	121,0 » »	43
11	104,0 » Brod	94

Tabelle VII.

Versuchs-nummer	Quantität Kalk	Resorptionsgrösse in %
10	0,546	43
4	0,514	53
5	0,504	74
3	0,445	45
9	0,418	74
6	0,405	68
2	0,303	38
7	0,288	10
8	0,267	85
1	0,250	68
11	0,067	94

Digitized by Google

Tabelle VIII.

Versuchs-nummer	Anzahl Stunden	Resorptionsgrösse in %
2	1	38
1	2	68
4	2	53
6	2	68
7	2	10
9	2	74
5	2½	74
11	3	94
3	4	43
8	4½	85
10	4½	43

Ein Umstand ist dabei jedoch wohl zu beachten. Es zeigen nämlich die Zahlen der Tabellen VI—VIII mitunter ganz unerwartete Differenzen, und namentlich ist auffallend, dass in keiner der drei Anordnungen eine bestimmte Proportionalität zu erkennen ist. Das weist auf etwas hin, was allerdings schon bei der Auswahl der Untersuchungsmethode und der weiteren Durchführung nicht aus dem Auge verloren wurde, dass nämlich ausser von den erwähnten Momenten die Kalkresorption wesentlich beherrscht wird von der Individualität der Thiere. Da es sich in unserer Untersuchung stets nur um Versuche an verschiedenen Individuen handeln kann, so ist dieser Einfluss nur schwierig zu beherrschen, allein ich hoffe späterhin zeigen zu können, dass die hierin gelegene Schwierigkeit nicht unüberwindlich ist. In den obigen Versuchen war allerdings der Körperzustand der verschiedenen Versuchsthiere häufig ein sehr ungleicher. Es wurden das eine Mal ältere, das andere Mal jüngere Thiere verwendet; sie befanden sich in einem mehr oder weniger ungleichen Ernährungs- ja auch Gesundheitszustande u. s. w. Dass namentlich der letztere von Bedeutung für das Verhalten des Kalkes im Darme ist, dürfte aus Versuch 7 hervorgehen, in welchem nur 10 % des aufgenommenen Kalkes resorbirt worden waren: in diesem Falle zeigte sich nämlich nach der Tödtung,

Digitized by Google

dass das Versuchsthier an einem intensiven, subacuten Magen- und Darmkatarrh gelitten hatte.

Doch genug hiervon; dagegen möchte ich zum Schlusse noch kurz der Ueberzeugung Ausdruck geben, dass ähnliche Verhältnisse, wie sie in den obigen Versuchen für den Kalk dargethan wurden, auch für die Resorption anderer Mineralbestandtheile, speciell für die Eisensalze gelten, über deren Verhalten im Darme die Anschauungen dem Anscheine nach häufig nicht minder unklar sind, als sie bis jetzt über den Kalk waren.

Amsterdam im September 1884.

Digitized by Google

Ueber die Cholera in Neapel und die in Choleraleichen und Cholerakranken gefundenen Pilze.

Von

Dr. Rudolf Emmerich,

Privatdocent und Assistent des hygienischen Institutes der Universität München.

(Vorläufige Mittheilung aus einem Vortrage im ärztlichen Vereine München am 3. Dec. 1884.)

I. Epidemiologisches.

Ich habe mich im November d. J. im Auftrag des k. b. Ministeriums des Innern nach Neapel begeben, um den Bacillus Cholerae asiaticae Kochii rein zu züchten und mit nach München zu bringen, damit man daselbst experimentelle Untersuchungen über dessen Wirkung und Biologie anstellen könne. Herr Dr. Escherich hat sich aus freiem Antriebe mir angeschlossen.

In Neapel angekommen fanden wir durch die Herren Professor Buonomo, Armanni, Spatuzzi, Fede etc. freundliche Aufnahme und Unterstützung und das Municipium stellte uns im Choleraspital Magdalena 2 Arbeitszimmer zur Verfügung.

Ich will zunächst über einige epidemiologische Thatsachen, welche sich aus den Studien über die beiden letzten Choleraepidemien 1873 und 1884 in Neapel ergeben haben, ganz kurz berichten.

England hat bekanntlich nach der Cholera in den Jahren 1849 und 1854 mit der Durchführung der sog. sanitary works eifrig begonnen und als die Cholera im Jahre 1866 wieder nach Europa kam, hat sie die mit neuer Kanalisation und Wasser versehenen Städte Englands nur gelinde heimgesucht und im Jahre 1873 bis 1875 und 1884 hat sie dieselben trotz vielfacher Einschleppung mit Ortsepidemien ganz verschont.

Digitized by Google

Umgekehrt war es in Neapel, wo im Jahre 1873 nur 2000 Personen, im Jahre 1884 aber 10000 von der Cholera befallen wurden.

Seit dem Jahre 1873 scheint die Imprägnirung des Untergrundes in Neapel in erschreckendem Maasse zugenommen zu haben und hat sich seitdem in Bezug auf die alten mangelhaften Kanäle, die Versitzgruben etc. nichts geändert, sondern sind diese Quellen der Bodenverunreinigung ungehemmt und zunehmend geflossen.

Wenn uns England den Beweis geliefert hat, wie die durchgreifende Assanirung der Städte vor Cholera schützt, so haben wir an Neapel das umgekehrte Exempel, Neapel zeigt uns, wie zwischen 1873 und 1884 mit der wachsenden Verunreinigung des Untergrundes auch die In- und Extensität der Cholera zugenommen hat. Dabei ist es nicht der oberflächliche, dem Auge zugängliche Schmutz, welcher der Cholera Vorschub leistet, sondern die durch das Versickern des Abwassers, des Harns und der Excremente bedingte Ansammlung anorganischer und organischer Pilznahrung im Boden.

Professor Dr. Spatuzzi hat dies an einzelnen Häusern und Häusercomplexen gezeigt. Das schmutzigste Haus blieb oft verschont, während ein nebenanliegendes scheinbar reinlich gehaltenes Haus von der Cholera heimgesucht wurde, weil dessen Untergrund durch Versitzgruben imprägnirt war.

Ueberhaupt wüthete die Cholera überall da, wo Mulden u. dgl. die Ansammlung der versickernden Abwasser von verschiedenster Herkunft begünstigten, so z. B. in den 12 parallel liegenden tiefen, Mulden bildenden Strassen zwischen dem Corso Garibaldi und der Strada del Lavinaro, so auch in der Gegend von ponte della Maddalena, l'Arenacia und zwischen den schmutzigen Bächen Sebeto und Fiume Reale; in diesem sumpfigen von den Abwässern der Gerbereien, des Schlachthauses, der Seifen- und Lichterfabriken u. a. imprägnirten Terrain, in diesen von Düngergruben umgebenen Häusern fing die Epidemie an und erreichte einen erschreckend hohen Grad der Heftigkeit und Ausdehnung und eine lange Dauer.

Digitized by Google

Dass der Schmutz auf der Oberfläche, welcher nicht in den Untergrund eindringen kann, keine grosse ätiologische Bedeutung hat, das beweisen u. a. auch die verschont gebliebenen, schrecklich schmutzigen, engen dunklen, von armen hungernden Menschen bewohnten Gassen und Winkel an der Strada S. Lucia am Fusse des Pizzofalcone, eines hohen, steilen Tufffelsens, welcher in jeder Epidemie einen für die Cholera unübersteigbaren Damm gebildet hat. Dieser Felsen theilt die Stadt in den epidemisch ergriffenen östlichen Theil und in die für die Cholera immune westliche Stadthälfte.

Die Leute dieser beiden Stadttheile haben selbstverständlich einen ebenso innigen gegenseitigen Verkehr, wie die im epidemischen Bezirk unter sich. Von directer Uebertragung der Cholera kann hier also keine Rede sein. Deshalb haben auch die mit grösster Strenge und bei jeder Epidemie in Neapel durchgeführten Absperr- und Isolirungsmaassregeln nichts geholfen. Im Jahre 1873 wurde gleich der erste Fall als Cholera asiatica erkannt und sanitätspolizeilich behandelt. Die Section bestätigte die Diagnose. Das betreffende Haus wurde ab- und jeder eingesperrt, der mit dem Kranken in Berührung gekommen war. Trotzdem kamen bald weitere Fälle vor, aber weit entfernt von jenem ersten in ganz anderen Stadttheilen, weil eben wahrscheinlich der Cholerakeim schon vor Wochen oder Monaten durch den Verkehr über das Gebiet der ganzen Stadt ausgestreut war. Diese längst feststehende Thatsache von der Nutzlosigkeit der Isolirungsmaassregeln ist deshalb erwähnenswerth, weil man neuerdings auch in Deutschland in maassgebenden contagionistischen Kreisen die Hoffnung hegt, auf Grund einer raschen Diagnose durch Isolirung der ersten Fälle die Epidemie zu verhüten.

Dass selbst die auf Einwanderung aus angesteckten Gebieten gesetzte Todesstrafe verbunden mit einem ebenso strengen Hausabsperrungssystem nichts nützt, hat sich auch schon früher gelegentlich der Pest 1380—99 für Piacenza, Reggio und Venedig ergeben.

Das Choleraspital Magdalena liegt mitten im epidemischen Gebiet angeblich auf einem Tufffelsen und es wäre leicht erklärlich gewesen, wenn dort eine Hausepidemie ausgebrochen wäre

Digitized by Google

— aber es sieht aus als ob die Cholera den Contagionisten recht deutlich hätte zeigen wollen, dass sie nicht contagiös ist. Obgleich nämlich mehr als 1200 Cholerakranke in diesem Hospital behandelt wurden, obgleich es rings von den Flammen des Todes umzingelt war, blieb es doch von Cholera verschont. Von den Aerzten und deren Assistenten, dann von der grossen Zahl der Wärter und Wärterinnen erkrankte nur eine einzige Wärterin, welche viele Kranke in ihren Wohnungen besucht und abgeholt hatte.

Es gibt jetzt hunderte solcher Beispiele[1]).

Wann endlich werden diejenigen die Augen öffnen, die jetzt auf demselben contagionistischen Standpunkt stehen, den Pettenkofer vor 30 Jahren, wie Griesinger anführt, als einer der ersten aufstellte und vertrat, den er aber später wieder verlassen musste, nachdem er die Choleraverbreitung im grossen studiert, viele Cholerastädte und Cholerahäuser durchwandert und untersucht hatte.

Die Nichtübertragbarkeit der Cholera von Kranken auf Gesunde steht so fest, dass man eigentlich gar nicht mehr davon sprechen und dafür kämpfen sollte. Ich hatte mir vorgenommen auch nie wieder gegen die Trinkwassertheorie aufzutreten, weil ich sie längst für widerlegt erachte, aber wenn jemand die Choleraverbreitung in Neapel oberflächlich verfolgt, der könnte leicht auf den Glauben kommen, das Trinkwasser sei die Ursache der Begrenzung der Epidemie gewesen, denn der epidemisch ergriffene District besitzt Cisternen und Localbrunnen, die höher gelegenen Stadttheile aber theils das gute Quellwasser von Bolla, theils das durch vulkanische Asche filtrirte Wasser des Flusses Carmignano. Sieht man aber genauer zu, so findet man, dass in dem epidemischen Bezirk auch viele Gebäude liegen, welche mit dem guten Wasser von Bolla oder mit dem des Carmignano versorgt sind. Diese Gebäude nun blieben nicht verschont, im Gegentheil die meisten hatten sehr schwere Hausepidemien wie z. B. das Kinderhospital Annunciata. Andererseits waren in dem ausschliesslich mit Bollawasser versorgten Distrikt viele Häuser, ja ganze Strassen epi-

1) Vgl. Max v. Pettenkofer, Die Cholera. S. 55. Breslau-Berlin bei S. Schottländer.

Digitized by Google

demisch ergriffen, aber nur die tief gelegenen. Dasselbe wird sich bei näherer Untersuchung überall ergeben, wo das Trinkwasser als Infectionsquelle gedient zu haben scheint, z. B. auch in Genua, wo die Cholera sehr local begrenzt verlaufen ist.

An der Cholera in Neapel ist das Trinkwasser jedenfalls unschuldig, aber „falsche und widerlegte Theorien trotzen", wie ein deutscher Philosoph sagt, „ein Mal in Credit gekommen, der Wahrheit halbe, ja ganze Jahrhunderte lang, wie ein steinerner Molo den Meereswogen."

II. Die Pilze der Cholera.

Bei der grossen Verschiedenheit der über die Cholera-Aetiologie aufgestellten Ansichten, welche sich gerade jetzt in schroffester Weise gegenüber stehen, machte ich es mir zum Princip, das in Neapel erreichbare Material objectiv und ohne Voreingenommenheit zu prüfen und von vornherein ein Hauptgewicht auf die Untersuchung des Blutes und der inneren Organe zu legen.

Auf die Untersuchung des Blutes und der inneren Organe auf Pilze legte ich deshalb so sehr viel Gewicht, weil bei andern Infectionskrankheiten in allen Organen, in welchen pathologische Veränderungen vorhanden waren, stets auch die specifischen Pilze gefunden wurden. So ist es bei der Tuberculose, dem Milzbrand, der Diphtherie, dem Typhus etc. Da nun nach den übereinstimmenden Angaben aller, welche Choleraleichen secirt haben, nicht nur der Darm, sondern auch das Blut, die Mesenterialdrüsen, Nieren etc. bei Cholera Veränderungen zeigen, so durfte man nach der Analogie schliessen, dass auch bei der Cholera die specifischen Pilze im Blut, den Nieren etc. vorhanden sein müssen. Es ist eine durch Thatsachen kaum zu stützende Hypothese, wenn man meint ein specifischer Pilz könnte in irgend einem Organ, z. B. im Darm, ein Gift produciren, durch welches die Veränderungen in andern Organen hervorgebracht werden.

Anfangs hatte ich die Absicht die Untersuchung des Blutes und der inneren Organe mit Hilfe von Plattenculturen (Uebertragung von Blut oder Organsaft auf Gelatine und Ausgiessen auf Platten) zu bewerkstelligen.

Digitized by Google

Hierzu reichte aber weder die Zeit, noch die mitgebrachten Apparate, Glocken, Platten etc., welche zum Theil behufs Reinzüchtung der Kommabacillen in Gebrauch standen, zum Theil zum Zwecke der Studien über das Vorkommen derselben in den verschiedenen Stadien der Krankheit etc. reservirt werden mussten. Ich beschränkte mich daher, unter der thatsächlich richtigen Annahme, dass die specifischen Pilze in den inneren Organen, wenn überhaupt, so in den meisten Fällen als Reincultur vorhanden sein müssen, unter Beachtung aller bacteriologischen Cautelen auf die Uebertragung von Blut, Organsaft und Organstückchen in sterilisirte Nährgelatine, Blutserum, Agar-Agar und einige andere eigenartig zusammengesetzte feste Nährsubstrate, welche sich sämmtlich unter Watteverschluss im Reagensglas befanden.

Die auf diese Weise erhaltenen Culturen wurden dann in München durch Ausführung von Plattenzüchtungen weiter untersucht.

Wenn man in dieser Weise vorgeht, ist es von principieller Wichtigkeit, aus jedem Organ nicht bloss eine oder einige wenige Impfungen auf Nährgelatine, Blutserum etc. zu machen, sondern viele, 5 bis 10 und noch mehr. Dadurch schliesst man von vornherein Zufälligkeiten aus und wenn in allen 10 Gelatineproben die gleichen Pilze wachsen, dann kann man mit Sicherheit sagen, dass diese Pilze in grösserer Zahl und in allen Partien des Organs vorhanden waren.

Impft man, wie es häufig geschieht, bloss eine oder zwei Proben, so ist man Zufälligkeiten oder der Gefahr ausgesetzt, ein unsicheres Resultat oder unter Umständen ein unrichtiges negatives Resultat zu erhalten, obgleich sich die pathogenen Pilze in den Organen finden.

Die Richtigkeit dieser Ansicht wird sofort einleuchten, wenn man sich daran erinnert, dass die specifischen Krankheitspilze in den inneren Organen der menschlichen Leichen in vielen Fällen nicht gleichmässig vertheilt, sondern in kleinen Herden oder diffus auf weitem Raum zerstreut sich vorfinden. So erwähnt Eberth, dass die Zerstreuung der Typhusbacillen über grössere Gewebsbezirke deren Nachweis erschwert. Im Blutstrom vermögen die

Digitized by Google

specifischen Pilze vielleicht nur kurze Zeit zu existiren, sie gehen darin zu Grunde und finden sich daher meist nur in geringer und ausnahmsweise in grösserer Zahl, so dass die Uebertragung einer einzigen Platinöse voll Blut auf die Nährgelatine in vielen Fällen nicht genügt sie nachzuweisen. Unter Berücksichtigung dieser Thatsachen untersuchte ich in der soeben erwähnten Weise 9 frische Choleraleichen und das Blut einer cholerakranken jungen Frau, welche im asphyktischen Stadium befindlich 6 Stunden später starb. Der Krankheitsverlauf war in sämmtlichen 10 Fällen ein acuter und charakteristischer. Der Tod war zwischen dem 2. und 4. Krankheitstag erfolgt. Herr Professor Armanni, ein namhafter Pathologe, ein Schüler Virchow's, constatirte in allen 10 Fällen durch die 3, bis spätestens 14 Stunden nach dem Tode vorgenommene Section die Erscheinungen der echten asiatischen Cholera. Die Sectionsberichte werde ich als Beweisstücke mit den gesammten Versuchsergebnissen publiciren.

In diesen 9 Leichen, d. h. aus den inneren Organen und dem Blute habe ich ein und dieselbe Art von Pilzen durch die Cultur auf Fleischwasserpeptongelatine erhalten.

Am zahlreichsten und regelmässigsten fanden sie sich in den Nieren und in der Leber, dann auch in der Lunge, am seltensten aber in der Milz.

Dieser Befund ist deshalb beachtenswerth, weil die Milz im Gegensatz zu ihrem Verhalten bei anderen Infectionskrankheiten, in den Choleraleichen die wenigsten resp. gar keine pathologischen Erscheinungen zeigt, während in den Nieren, der Leber und Lunge, mehr oder weniger häufig Veränderungen constatirt werden.

Auf der Mehrzahl der Gelatineproben, welche ich mit Blut oder Organsaft von Choleraleichen impfte, erhielt ich gleich in erster Generation eine Reincultur der specifischen Pilze. Bei Prüfung dieser ersten Cultur mittels des Plattenverfahrens auf ihre Reinheit waren nämlich in den meisten Fällen nur die specifischen Colonien gewachsen.

Jeder der 10 Cholerafälle wurde in dieser Weise untersucht, bei jedem wurden Pilze gefunden und ich habe mich bis jetzt

Digitized by Google

mit Hilfe von Plattenculturen überzeugt, dass mindestens in 8 Fällen die specifischen Bacterien als Reincultur in den inneren Organen vorhanden waren. Ausser durch die Cultur wurden die specifischen Cholerapilze auch im Organschnitt nachgewiesen, bis jetzt allerdings nur im Darm und in den Nieren. Die übrigen Organe sind noch nicht untersucht.

Von grosser Bedeutung ist die Thatsache, dass es gelungen ist, die specifischen Pilze im Venenblut, welches einer im asphyktischen Stadium befindlichen Cholerakranken 6 Stunden vor dem Tode entnommen wurde, nachzuweisen. Nachdem die Haut mit Wasser, absolutem Alkohol und 1 proc. Sublimatlösung gewaschen war, wurde ein Einschnitt in die vena mediana zunächst in der Ellenbogenbeuge des rechten Armes und dann auch am linken Arm ausgeführt. Das Blut floss in dicken Tropfen langsam aus.

Nachdem das austretende Blut mit sterilisirter und noch dazu mit 1 proc. Sublimatlösung befeuchteter Watte weggewischt war, wurde ein geglühter, mit einer kleinen Oese versehener Platindraht 1 cm tief in die Vene eingeführt und das am Draht hängen bleibende Blut durch 3 Impfstiche auf sterilisirte Fleischwasserpeptongelatine (im Reagensglas unter Watteverschluss befindlich) übertragen. Auf diese Weise wurden 10 Gelatineproben geimpft und nur in dreien wurden Culturen und zwar, wie die Ausführung von Plattenkulturen später zeigte, Reinculturen der specifischen Pilze erhalten. Die übrigen 7 durch 21 Einstiche geimpften Gelatineproben blieben vollkommen steril.

Man sieht an diesem Beispiel recht deutlich, wie leicht man ein negatives Resultat hätte erhalten können, wenn man nur 1, 2 oder 3 Gelatineproben mit dem Blute geimpft hätte.

Ich muss noch erwähnen, dass die von mir in den Choleraleichen gefundenen specifischen Pilze auch in grosser Zahl im Darminhalt und im Stuhl zu finden sind. Sie wuchsen auf allen Platten, welche mit Stuhl oder Darminhalt ausgeführt wurden, in grosser Zahl, in einzelnen Fällen occupirten sie fast allein die ganze Fläche der Platte, in anderen selteneren Fällen waren die

Digitized by Google

Kommabacillen vorherrschend, aber die ersterwähnten Pilze waren immer vorhanden und meistens in überwiegender Zahl.

Die von mir im Blute und in den Organen von Choleraleichen gefundenen Pilze haben die Form von kurzen cylindrischen Zellen mit abgerundeten Enden, sie sind entweder einzeln oder binär, seltener zu mehreren verbunden. Die Länge des Stäbchens beträgt durchschnittlich das Anderthalbfache des Querdurchmessers. Sie sind auf Grund dieser Eigenschaften unter Zugrundlegung der Cohn'schen Systematik als Bacterien zu bezeichnen. Der Form und Grösse nach haben sie mit den Diphteriebacterien grosse Aehnlichkeit, von denen sie sich aber durch das Aussehen der Colonien bei 100 facher Vergrösserung, durch ihre Wirkung auf Thiere etc. leicht unterscheiden lassen. Sie wachsen auf schwachalkalischer Nährgelatine bei gewöhnlicher Temperatur in Form von milchglasfarbigen, festen Rasen. Sie zeigen ausgesprochenes Oberflächenwachsthum und verflüssigen niemals die Gelatine. Bei 100 facher Vergrösserung haben die auf der Gelatineplatte gewachsenen Colonien folgendes Aussehen:

Die in der Tiefe der Gelatine gewachsenen Colonien haben wetzsteinförmige Gestalt, die oberflächlichen gleichen einer flachen kreisrunden Muschelschale, die tiefen Colonien sind gelbbraun bei durchfallendem Lichte, bei auffallendem Lichte weiss und haben ein feingekörntes oder fein punktirtes Aussehen. Die oberflächlichen schwachgelb in der Mitte, mehr weisslich gegen den Rand zu, zeigen Neigung sich flächenhaft auszubreiten und bilden einen dünnen transparenten Beleg. Die vollständige Charakteristik der Pilze, ihre Wachsthumseigenthümlichkeiten, ihr Verhalten in hohen und niederen Temperaturen, beim Eintrocknen, im Wasser, in dem Boden etc. soll thunlichst bald festgestellt werden.

Nach meiner Rückkehr von Neapel habe ich eine grössere Zahl von Infectionsversuchen hauptsächlich an Meerschweinchen gemeinschaftlich mit Herrn Dr. von Sehlen ausgeführt, welche positive Resultate ergeben haben.

Merkwürdig ist die Thatsache, dass bei Einführung der neu gefundenen Cholerabacterien in den thierischen Organismus auf jedem Invasionswege und bei jedem Versuche, sei es dass man

Digitized by Google

sie in den Darm, in die Lunge oder unter die Haut injicirt, als Haupterscheinung constant und in der auffallendsten Weise die Erkrankung des Dünndarmes in den Vordergrund tritt.

Dabei erhält man je nach der Menge der eingeführten Pilze alle Arten der bei Cholera beobachteten Schleimhautveränderung vom einfachen desquamativen Cartarrh, der Exsudation in die Schleimhaut mit Schwellung der Peyer'schen Plaques, bis zur blutigen Suffusion und tiefgehender Geschwürsbildung. Dem jeweiligen pathologischen Bilde entsprechend ist der Inhalt des Darms bald grauweiss, dünnflüssig, flockig, d. h. reiswasserähnlich, bei einfacher starker Gefässinjection mit Schwellung der Mucosa und Desquamation des Epithels, oder die Darmcontenta sind dick, schleimig, mehlsuppenähnlich oder blutig bei blutiger Imbibirung oder massenhafter Ecchymosirung und Geschwürsbildung.

Diese graduellen Verschiedenheiten der pathologischen Veränderung des Darmes sind wie gesagt hauptsächlich von der Menge der eingeführten Pilze und der hiervon bedingten Dauer der Krankheit abhängig und zwar in der Weise, dass bei sehr geringer Menge der subcutan oder in die Lunge injicirten Pilze (etwa 2 Tropfen einer aus einer stecknadelkopfgrossen Pilzcultur und 10 ^{ccm} sterilisirtem Wasser bereiteten Pilzaufschwemmung) ein protrahirter 5—6 Tage dauernder Krankheitsverlauf mit sehr tief gehenden Veränderungen der Darmschleimhaut (Geschwürsbildung mit Perforation etc.) sich ausbildet, während die Injection grösserer Pilzmengen (Hälfte einer etwa 5 ^{mm} im Durchmesser haltenden oberflächlichen Gelatinecolonie in sterilisirtem Wasser suspendirt) von einem raschen, nur 16 bis 30 Stunden dauernden Krankheitsverlauf und den verschiedenen Graden der wenig weitgehenden Darmschleimhautveränderungen gefolgt ist.

Im Coecum und im Dickdarm, welche gewöhnlich mit breiigem, nicht geformtem Koth gefüllt sind, findet man mitunter starke Ecchymosirung. Das Peritoneum ist mehr oder weniger stark injicirt.

Die Mesenterialdrüsen sind meist (nicht immer) bis zu Bohnengrösse geschwollen, injicirt, von gelblichem Aussehen.

Von ganz besonderer Wichtigkeit in Bezug auf die Deutung der durch die Pilze bei Thieren verursachten Erkrankung ist

Digitized by Google

das vollkommen normale Aussehen der Milz, welche wie bei der Cholera des Menschen auch in jedem Stadium der experimentell erzeugten Erkrankung klein, dünn, blutleer, schlaff erscheint.

In der Leber und in den Nieren finden sich bei den Versuchsthieren entweder keine auffallenden Veränderungen oder nur Anomalien der Blutfüllung, in einem 5 Tage dauernden Falle war die Nierenrinde blass und graugelblich gestrichelt d. h. verfettet. Die Lungen lufthaltig, etwas dunkelroth, zeigen an der Injectionsstelle, wenn die Menge der injicirten Pilze nur gering war, keine wesentliche Veränderung, ausser etwas Atelectase in der nächsten Umgebung und circumscripter Verlöthung mit der Pleura costalis. Das Herz ist gewöhnlich mit dunklen Blutgerinseln gefüllt.

Im Uebrigen finden sich keine pathologisch anatomischen Veränderungen.

Im Blute und in den inneren Organen der Versuchsthiere findet man die specifischen Cholerabacterien in unendlicher Zahl.

Auf den Darmbefund bei menschlicher Cholera wirft die Beobachtung einiges Licht, dass nach Injection der Cholerabacterien unter die Haut oder in die Lungen die 10 oder 15 normal im Meerschweindarm vorkommenden Pilze verschwinden, während in den pathologischen Darmsecreten kommaförmige Bacillen und Spirillen auftauchen, schliesslich aber nur einige Arten übrig bleiben.

Somit wurden durch die Einführung der bei Cholera neugefundenen Pilze in den Organismus bei Meerschweinchen Erscheinungen erzeugt, welche denen der menschlichen Cholera gleichen. Es ist daher im Hinblick auf das constante Vorkommen der Pilze in den inneren Organen von Cholerafällen mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass eben diese Pilze zur Cholera asiatica in einer wesentlichen ätiologischen Beziehung stehen.

Digitized by Google

Notiz über den Einfluss des »Aschehungers« auf den Thierkörper.

Von

Dr. J. Forster.

Zu Anfang meiner vorstehenden Mittheilung über die Kalkresorption ist kurz von den von mir im Jahre 1869 ausgeführten Untersuchungen über die Bedeutung der Aschebestandtheile in der Nahrung [1]) die Rede gewesen. Es hatte sich damals herausgestellt, dass bei Hunden, welche wohl reichlich verbrennliche Nahrungsstoffe, aber ungenügende Aschemengen verzehrten, der Aschebestand sämmtlicher Organe mehr oder weniger abnahm, und die Versuchsthiere schliesslich unter eigenthümlichen nervösen Erscheinungen erkrankten oder zu Grunde gingen. Die Herren Arnold und Tereg meinten jüngst [2]), dass meine Versuchsthiere (Tauben und Hunde) nicht infolge des Aschehungers, sondern an sog. Staupe erkrankt wären. Sie gründen ihre Vermuthung, dass es sich hierbei um eine »infectiöse Erkrankung« handelte, einerseits auf die Aehnlichkeit der bei den Thieren aufgetretenen Krankheitserscheinungen mit den Symptomen der Staupe, andererseits aber namentlich auf das »gleichzeitige Vorkommen bei den Versuchsthieren«. Die hier angeregte Frage, ob nämlich eine ungenügende Aufnahme von Aschebestandtheilen in der Nahrung das Auftreten krankhafter Erscheinungen, Ernährungsstörungen, verursache oder nicht, scheint mir für die Theorie und Praxis der Ernährung, demnach auch in hygienischem Sinne, wichtig genug, so dass die Leser unserer Zeitschrift, wie

1) Zeitschr. für Biologie 1873 Bd. 9 S. 297—381 u. 1876 Bd. 12 S. 464.

2) Pflüger's Archiv 1884 Bd. 32 S. 129.

Digitized by Google

ich vertraue, mir verzeihen werden, wenn ich es unternehme an dieser Stelle in Kurzem darauf etwas einzugehen.

Was den erstangeführten Grund der genannten Herren anlangt, so ist meines Wissens, ganz abgesehen von der Frage der Infectiosität, die sog. Staupe, an welcher vorzüglich junge Hunde erkranken, weder pathologisch-anatomisch noch klinisch so scharf definirt, dass die von mir geschilderten nervösen Symptome an den ausgewachsenen Thieren allein bereits eine solche Diagnose rechtfertigten. Dies fühlten auch Arnold und Tereg selbst und wendeten sich daher um nähere Auskunft an Prof. Voit, in dessen Laboratorium ich seinerzeit die erwähnten Versuche unternommen hatte. In seiner Antwort [1]) machte bereits Voit darauf aufmerksam, dass es sich in beiden Fällen, bei Salzhunger wie bei Staupe, nur um Symptome handle, die ganz verschiedene Ursachen trotz gleicher Erscheinungsweisen haben können; er bezog sich ferner darauf, dass es nicht gleichgültig sein könne, ob die sonst so empfindliche Nervensubstanz ihren normalen Gehalt an Aschebestandtheilen besitze oder nicht, und dass in letzterem Falle, nämlich beim Salzhunger in meinen Versuchen, auf pathologische Erscheinungen gerechnet werden müsse. Allein da die Salzhungerversuche von mir völlig und selbständig durchgeführt worden waren, so konnte begreiflicherweise Prof. Voit nicht in Details eingehen, und bedaure ich, dass nicht auch meine Meinung hierbei gehört wurde. Den Einwänden nun, welche Voit in seiner Antwort an die Herren Arnold und Tereg bereits anführte, möchte ich nun noch hinzufügen: dass bei meinen Versuchsthieren ausser den beschriebenen Symptomen, die auf stoffliche Veränderungen in den Nerven-Centralorganen hinwiesen, durchaus keine catarrhalische Affectionen der Athmungsorgane oder des Darmes vorhanden waren; diese gelten aber meines Wissens als charakteristisch für Staupe. Wie weit die Verdauungsthätigkeit meiner Versuchsthiere abnormal war, ist von mir auf das genaueste beschrieben [2]); sicher hat die daselbst

1) Pflüger's Archiv Bd. 32 S. 131.

2) Zeitschrift für Biologie Bd. 9 S. 343—347.

Digitized by Google

geschilderte Abweichung vom Normalen nicht das Mindeste gemein mit den von Roloff für Staupe angesehenen catarrhalischen Erkrankungen bei den Versuchsthieren von Heitzmann, auf welche Arnold und Tereg sich berufen. Ueberdies aber zeigten bei der Section meiner Versuchsthiere nach meinen bestimmten Angaben [1]) sämmtliche Organe, besonders auch Luftwege und Darm, ein normales Aussehen und konnte »irgend eine krankhafte Veränderung nicht wahrgenommen werden«. Ich bemerke hier noch, dass ich damals pathologische Veränderungen erwartet und daher mit besonderer Aufmerksamkeit nach ihnen gesucht habe. Als Schüler von Buhl in München und E. Wagner in Leipzig glaube ich damals auch hinreichende Competenz besessen zu haben, um ein solches pathologisch-anatomisches Urtheil zu fällen.

Was den zweitangeführten Grund betrifft, so sind hier die Herren Arnold und Tereg in einem Irrthume begriffen, der, wenn er auch bei jungen — ältere Schriften rasch oder vielleicht bloss in Referaten lesenden — Schriftstellern verzeihlich ist, doch leicht hätte vermieden werden können. Meine Versuche an den verschiedenen Thieren liefen nämlich durchaus nicht gleichzeitig ab; sie wurden vielmehr ausgeführt:

1. an einem Hunde vom 2. Mai bis 10. Juni, und an zwei Tauben vom 10. Mai bis 5., bzw. 9. Juni 1869 [2]);

2. an einer Taube und an einem Hunde vom 18.—31. Juli, bzw. 11. August 1869 [3]).

Gleichzeitig aber mit diesen beiden getrennten Versuchsreihen befanden sich in wechselnder Menge eine Anzahl von Versuchshunden im physiologischen Institute zu München, wovon einige in dem gleichen Raume mit den von mir verwendeten Hunden in ihren Käfigen eingeschlossen waren, z. B. ausser einem zu Vorlesungszwecken vorhandenen und in meiner Abhandlung ebenfalls [4]) erwähnten Magenfistelhunde namentlich Thiere, welche von meinen Collegen und Freunden, den nun-

1) a. a. O. S. 332 und 362.
2) a. a. O. S. 325 und 327.
3) a. a. O. S. 331.
4) a. a. O. S. 355.

Digitized by Google

mehrigen Professoren Fr. Hofmann, v. Boeck und Bauer zu Versuchen benutzt wurden. Es ist nun wohl zu beachten, dass bei diesen Thieren keineswegs eine ähnliche Erkrankung, wie bei den meinen, beobachtet wurde. Ich entsinne mich dessen recht wohl; denn es war uns gerade auffallend, dass die geschilderten Erscheinungen ausschliesslich bei meinen Versuchsthieren auftraten. Da die genannten Collegen, namentlich Dr. Hofmann, der damals Assistent am physiologischen Laboratorium war, mich häufig bei der Ausführung meiner Versuche, so namentlich bei der zwangsweisen Fütterung der Thiere unterstützten, wie auch umgekehrt ich sie, so wäre die Uebertragung einer infectiösen Krankheit, an welcher meine Thiere gelitten hätten, auf die anderen Versuchsthiere im physiologischen Institute kaum auszuschliessen gewesen.

Ich führe ausserdem noch an, dass neben dem zeitlichen Auseinanderliegen der Versuche auch eine räumliche Trennung meiner Versuchsthiere im physiologischen Institute statt hatte. Die Tauben befanden sich weit von den im Stalle eingeschlossenen Hunden entfernt in einem gesonderten Raume des Hauptgebäudes, und erhielten ihr besonderes Futter, das am Beginne der Versuchsreihe abgewogen und in ihrem Versuchszimmer selbst aufbewahrt wurde. Es ist also nicht wohl abzusehen, warum gerade bei meinen Versuchsthieren eine gegenseitige Ansteckung erfolgt sein sollte, bei den anderen Thieren nicht.

Man sieht, dass die Begründung des von den Herren Arnold und Tereg geäusserten Gedankens nicht sehr tief ist. Tadelnswerther aber noch als Oberflächlichkeit scheint mir ein anderer Umstand, der allerdings nicht zu der experimentellen Seite der vorliegenden Frage gehört, aber den zu erwähnen ich hier nicht unterlassen darf. Den genannten Herren nämlich war es vorbehalten, allein zum Zwecke ihrer Beweisführung, neue Krankheitsformen zu construiren, von denen niemand bisher etwas bekannt war: das Phantasiegebilde einer Staupe der Tauben. Bollinger, welcher bekanntlich über die Krankheiten des Geflügels vielleicht die reichsten Erfahrungen besitzt, erwähnt in seinen pathologisch-anatomischen Mittheilungen in den Jahres-

Digitized by Google

berichten der Centralthierarzneischule zu München [1]) niemals etwas von Staupe bei Tauben, und nach einer brieflichen Mittheilung von ihm an mich ist bisher weder von anderen noch von ihm bei Tauben eine Krankheit vorgekommen, die man als Staupe bezeichnen könnte.

Es liegt daher — was für die Frage des Zusammenhanges von Krankheiten und Ernährungsweise immerhin wichtig genug ist — kein Grund vor, anzunehmen, dass die nervösen Erscheinungen bei länger dauerndem Salzhunger, welcher zu einer nachweisbaren Veränderung in der chemischen Zusammensetzung der Organe eines Thieres führt, auf einer zufälligen Erkrankung beruhen sollten, für welche zudem keine objectiven Zeichen gegeben waren. Ich bin im Gegentheile nach wie vor der Meinung — und ich sehe mit Vergnügen, dass ich hierin von Prof. Voit secundirt werde —, dass jene eine Folge eben der chemischen Veränderung der Organe, nämlich der einseitigen Abnahme ihres Aschegehaltes, sind.

Ein eigenthümliches Geschick ist es, das meiner Abhandlung über die Aschehungerversuche begegnet. Auf der einen Seite sind eine Anzahl von Sätzen daraus selbst in die Handbücher u. s. w. übergegangen, ohne dass ihre Quelle genannt wird; oder es werden die Versuche und zwar theilweise nur mit geringen Modificationen und mit gleichen Resultaten wiederholt und als neu dargestellt, mein Name dabei aber nur vorübergehend und selbst in unrichtiger Schreibweise und ohne Literaturangabe genannt. Auf der anderen Seite finden die von mir gewonnenen Resultate Deutungen und Bestreitungen, die sich nicht auf Versuche, sondern bloss auf theoretische Erwägungen, oder solche, die sich auf eine nicht genügend gerechtfertigte Verallgemeinerung von Ergebnissen, die bei kurz dauernden oder nicht quantitativen Versuchen gewonnen waren, gründen. Während in letzterer Weise Bunge und seine Schüler [2]) verfahren sind, scheinen Arnold und Tereg die erstere Art von Beurtheilung — nämlich auf Grund von Vorstellungen — vorgezogen zu haben.

1) Leipzig bei F. C. W. Vogel.

2) z. B. Bunge, Zeitschrift für Biologie 1874 Bd. 10 S. 130. — Lunin, Zeitschrift für physiologische Chemie 1881 Bd. 5 S. 31.

Digitized by Google

Ueber die Erkennung einiger fremder Farbstoffe in Rothweinen, Liqueuren und Conditorwaaren.

Von

F. Strohmer,

Assistent der k. k. landw. chem. Versuchsstation in Wien.

Zum Rothfärben von Nahrungs- und Genussmitteln wurde von den Theerfarbstoffen bis in die jüngste Zeit fast ausschliesslich nur das Fuchsin verwendet, seitdem aber durch die Arbeiten von Peter Griess die Fabrication der Oxyazofarbstoffe begründet wurde, sind es namentlich die Producte dieses Industriezweiges, welche jenen Zwecken dienen.

In der mir zugänglichen Literatur über Lebensmitteluntersuchungen, und dieselbe dürfte so ziemlich vollständig sein, fand ich jedoch diese Körper, bei der Prüfung auf fremde Farbstoffe gar nicht berücksichtigt. In der älteren Literatur ist dieses begreiflich und so wissen z. B. die Arbeiten über den Nachweis künstlicher Färbung der Rothweine von E. Jacquemin[1]), W. Stein[2]) und die grosse Abhandlung von Gautier[3]) nur das Fuchsin zu erwähnen; aber selbst die jüngste Literatur über diesen Gegenstand, wie die Arbeiten von B. Haas[4]) und F. König[5]) berücksichtigt bei der Prüfung der Rothweinfärbung nur den genannten Theerfarbstoff.

M. Ch. Girard[6]) ist der einzige, welcher neben diesem Körper noch auf das Safranin, das Anilinviolett und das

1) Zeitschrift f. analyt. Chemie Bd. 13 S. 464.
2) Dingler, polyt. Journal Bd. 224 S. 533.
3) Ebenda Bd. 222 S. 373.
4) Zeitschrift f. analyt. Chemie Bd. 20 S. 369.
5) Ebenda Bd. 20 S. 459.
6) Ebenda Bd. 18 S. 494.

Digitized by Google

Anilinblau verweist, die Oxyazofarbstoffe berücksichtigt er aber ebenfalls nicht.

Zur Kenntnis gelangt, dass die letztgenannten Stoffe gegenwärtig häufig zum Färben von Wein, Liqueuren und Conditorwaaren dienen und dieselben in jenen Fällen, wo man mit Rücksicht auf Theerfarben nur auf Fuchsin prüft, fast immer dem Analytiker entgehen müssen, habe ich es unternommen, einen Weg zu finden, welcher diese Farbstoffe leicht erkennen lässt. In dem Verhalten dieser Körper gegen concentrirte Schwefelsäure, ungebeizte, thierische Wolle und gegen einige andere Reagentien habe ich nun das gewünschte Ziel erreicht und will ich in nachstehendem das von mir eingeschlagene Verfahren zum Nachweis der Oxyazofarbstoffe mittheilen.

Weissweine und Liqueure, welche nur mit einem solchen Körper gefärbt sind, entfärben sich mit Zinkstaub und Ammoniak, oder auch mit alkalischer oder salzsaurer Zinnchlorürlösung schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr rasch. Echter Rothwein wird bei ersterer Behandlungsweise schmutzig gelbgrün, bei der Behandlung mit alkalischer Zinnchlorürlösung blaugrau. Will man den anwesenden fremden Farbstoff genauer kennen lernen, so verdampft man eine Probe (etwa 25 ^{ccm}) zur Trockene, nimmt mit 90proc. Alkohol den Farbstoff auf, verdampft die alkoholische Lösung in einem weissen Porzellanschälchen wiederum zur Trockene und behandelt den Rückstand mit concentrirter Schwefelsäure, wobei die weiter unten genannten, charakteristischen Farbenerscheinungen, namentlich an den Rändern, auftreten. Bei sehr extractreichen Weinen fällt diese Probe jedoch manchmal zweifelhaft aus, in einem solchen Falle wird aber die unten angegebene Wollprobe, welche bei Prüfungen auf fremde Farbstoffe überhaupt nie übersehen werden sollte, sicher zum Ziele führen.

Bei der Untersuchung von Conditorwaaren wird die gepulverte Probe mit 90—94 proc. Alkohol extrahirt und der so gewonnene Farbstoffauszug wie ein Liqueur behandelt.

Ebenso wie in sehr extractreichen, gefärbten Weissweinen, lassen sich die Oxyazofarbstoffe auch in natürlichen Rothweinen, welche durch einen Zusatz dieser Körper in ihrer Farbe geschönt

Digitized by Google

oder nuancirt wurden, auf die beschriebene Weise nicht erkennen; hier führt jedoch ihre Eigenschaft, sich ungemein leicht auf thierischer Wolle niederzuschlagen, leicht zum Ziele.

Zu diesem Behufe wird der zu prüfende Wein und zwar in einer Menge von beiläufig 50^{ccm} bis ungefähr zur Hälfte abgedampft, so dass fast aller Alkohol verflüchtigt ist und einige Fäden von ungebeizter, reiner, weisser Schafwolle zugesetzt, welche man dann durch circa 10—20 Minuten in der Probe kocht. Bei Liqueuren ist es zweckmässig, die Probe vorher mit Wasser zu verdünnen und etwas Weinstein, behufs besseren Anfällens, zuzusetzen.

Bei der Anwesenheit nur sehr geringer Mengen eines Oxyazofarbstoffes zeigt sich nun die Wolle nach dem Auswaschen mit Wasser deutlich gefärbt und zwar bei:

Ponceau R: dunkelroth (sog. Ponceau dunkel),
Ponceau RR: hellroth (sog. Ponceau hell),
Bordeaux B: bläulich bordeauxroth,
Bordeaux R: röthlich bordeauxroth,
Croceïn-Scharlach: violettroth.
Biebericher-Scharlach: violettroth.

Wird die Wolle durch Pressen zwischen den Fingern von dem grössten Theile des Wassers befreit oder besser noch im Trockenschrank getrocknet und nachher in einem Reagensgläschen mit einigen Tropfen concentrirter Schwefelsäure versetzt, so wird die Faser wie die Säure lebhaft und charakteristisch gefärbt und zwar bei:

Ponceau R, Ponceau RR: schön und feurig roth
Bordeaux B, Bordeaux R, Croceïn-Scharlach: tief indigoblau
Biebericher Scharlach dunkelgrün.

Echter Rothwein färbt Wolle bekanntlich schwach schmutzig bräunlich-roth und bei der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure wird die Faser in ein schmutziges, undefinirbares Braun verwandelt.

Digitized by Google

Neben den genannten Farbstoffen wird in der jüngsten Zeit zum Rothfärben von Lebensmitteln auch die Rosanilinsulfosäure, das sogenannte Säurefuchsin, Fuchsin S, verwendet. Auch dieser Farbstoff entzieht sich bei der Prüfung auf Fuchsin allein dem Beobachter und so will ich hier erwähnen, dass sich dieser Körper durch Wolle ebenfalls leicht nachweisen lässt, indem dieselbe, in der oben angegebenen Weise behandelt, bei Anwesenheit von Säurefuchsin violettrosa gefärbt wird; concentrirte Schwefelsäure entfärbt jedoch die Faser sehr leicht und zeigt dieselbe dann jene Farbennuançe, welche man bei der nur mit reinem Rothweinfarbstoff gefärbten Wolle erhält.

Weine und Liqueure, welche ausschliesslich durch Säurefuchsin ihre Farbe erhalten haben, werden durch fixe Alkalien sofort entfärbt.

Die durch einen Oxyazofarbstoff gefärbte Wollfaser wird auch durch den Zinkstaub und die Zinkchlorürreaction entfärbt, nur geht der Process etwas langsamer vor sich.

Zum Schluss dieser kurzen Mittheilung will ich nur noch bemerken, dass die bei vorliegender Untersuchung von mir benutzten Farbstoffe, mit Ausnahme des Croceïn- und Biebericher Scharlachs, welche dem Wiener Handel entstammen, von der Firma: Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M. herrühren.

Wien, Anfang Mai 1883.

Digitized by Google

Mittheilungen aus dem hygienischen Institut der Budapester Universität.

Von

Prof. Dr. J. v. Fodor

in Budapest.

(Fortsetzung.)

4. Das Budapester Bier.

Von Pharm. Dr. S. Fischer[1]).

Die zu Budapest in den Monaten April, Mai und Juni 1881 an 14 ungarischen und einer englischen Biersorte ausgeführte Untersuchung umfasste folgende Fragen:

1. Das Material, aus welchem das Bier bereitet ist, worüber der Phosphorsäure- und Dextringehalt Aufschluss ertheilen sollte. Die Phosphorsäure wurde in der in Salzsäure gelösten und mit Salpetersäure gekochten Asche nach der Neubauer'schen Methode titrirt, oder es wurde die mit Salpetersäure behandelte Asche dem umständlicheren aber genaueren Sonnenschein'schen Verfahren unterzogen. Der Maltosegehalt wurde aus dem aus Fehling'scher Lösung gefällten Kupfer berechnet und von der nach Kochen mit Schwefelsäure bestimmten Dextrose subtrahirt, wodurch aus dem Rest der Dextringehalt berechnet werden konnte.

2. Auf etwaige Essiggärung wurde durch Bestimmung des Säuregehalts und mikroskopisch geprüft. Die Säurebestimmung erfolgte in dem, durch Erwärmen von Kohlensäure

1) Közegészségügy és törvényszéki orvostan 1882 Nr. 1.

Digitized by Google

befreiten Biere mittels $^1/_{10}$ Natronlauge und empfindlichem Lackmuspapier. Das Ergebnis wurde auf Milchsäure berechnet. Die flüchtigen Säuren allein wurden in dem zu $^2/_3$ überdestillirten Biere gleichfalls mit $^1/_{10}$ norm. Natronlauge titrirt; ein auf Essiggärung hinweisender Ueberschuss wurde nicht gefunden. — Bei der mikroskopischen Prüfung auf Essigpilze diente in Essiggärung überführtes Bier als Vergleichsobject.

3. Ein etwaiges Abstumpfen der Säure durch Kreide kann aus der Asche erkannt werden. Diese wird erst durch wiederholtes gelindes Glühen und Abkühlen weiss, frei von Kohlentheilchen erhalten.

4. Eine fraudulöse Verdünnung wurde durch Bestimmen des Extract- und Alkoholgehalts zu erkennen gesucht. Der Extractgehalt wurde indirect aus dem specifischen Gewicht des auf $^1/_3$ eingedampften und mit destillirtem Wasser auf das ursprüngliche Volum gebrachten Bieres mit Hilfe der Schultze'schen Tabelle, direct aber durch Eindampfen zur Trockne bei 70—80° C. und Abwiegen des Trockenrückstandes bestimmt. Der Alkoholgehalt wurde theils indirect festgestellt, indem Verf. das ursprüngliche spec. Gewicht des Bieres mit dem des durch Eindampfen entgeisteten Bieres dividirte und die dem Quotienten entsprechenden Gewichtsprocente Alkohol nochmals mit dem spec. Gewicht des entgeisteten Bieres dividirte. Genaueres als dieses approximative Ergebnis wird die spec. Gewichtsbestimmung des Destillates ergeben; letztere Werthe sind gewöhnlich um einige Zehntelprocent höher, werden aber durch Destillationsproducte gefälscht; ein Neutralisiren der Säure vor der Destillation führte zu kaum beachtenswerthen Unterschieden.

5. Von Conservirungsmitteln, deren Anwendung zur Zeit der Untersuchungen nicht ausgeschlossen schien, wurde auf Borsäure und Salicylsäure geprüft; auf erstere in der mit Chlorwasserstoff angesäuerten Asche mittels Curcumapapiers; zum Salicylnachweis wurde von Kohlensäure befreites Bier mit Schwefelsäure angesäuert, mit Aethyläther ausgeschüttelt und im Wasserextract des Aetherrückstandes mit Eisenchloridlösung reagirt.

Digitized by Google

6. Die Bitterstoffe wurden nach dem Dragendorff'schen Verfahren (Fällen durch basisch essigsaures Bleioxyd) bestimmt; die untersuchten Budapester Biere enthielten nur Hopfen.

7. Das nach Austreiben der Kohlensäure im Piknometer bestimmte specifische Gewicht schwankte zwischen 1,0121 und 1,0225. Hinsichtlich der Kohlensäure musste bei den in offenen Gefässen eingebrachten Bieren von einer genauen Bestimmung abgesehen werden; das Aufsteigen der Kohlensäure in kleinen Bläschen wies auf deren grosse Menge, also auf frisches Bier hin. — Die Biere waren von gewöhnlichem bitteren Geschmack und von an Hopfen erinnerndem Geruch.

Die wesentlichen Ergebnisse finden sich auf folgender Tabelle vereinigt:

Biersorte	Spec. Gewicht	In 100g Bier Gramme					
		Alkohol	Trocken-rückstand 70—80° C.	Säure (Milch-säure)	Asche	Phos-phor-säure	Wasser
Doppel-Märzen . .	1,0225	4,19	7,26	0,2106	0,284	0,088	88,45
» » . .	1,0190	4,06	6,77	0,1413	0,248	—	89,17
Export-Bier . . .	1,0150	4,06	5,49	0,1575	0,252	—	90,45
» » . . .	1,0149	4,31	5,63	0,1521	0,203	—	90,06
Märzen-Bier . . .	1,0161	3,82	5,98	0,2034	0,221	0,068	90,20
» » . . .	1,0161	3.84	6,04	0,1180	0,256	0,070	90,12
» » . . .	1,0121	3,24	4,69	0,1188	0,165	—	92,07
Kronen-Bier . .	1,0139	3,12	5,18	0,1494	0,195	0,059	91,60
(nicht genannt) . .	1,0162	4,02	5,79	0,1670	0,202	—	90,18
» » . .	1,0162	3,87	5,70	0,1593	0,218	—	90,43
» » . .	1,0140	4,35	5,11	0,1458	0,223	—	90,50
» » . .	1,0146	4,44	5,61	0,1710	0,245	—	89,95
» » . .	1,0211	3,71	6,57	0,1566	0,230	—	89,72
Barklay Perkins & Co. (double brown stout)	1,0160	6,00	6,72	0,4600	0,390	—	87,28

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, dass die Budapester Biere, einige an Nahrungsstoffen reichere abgerechnet, in der Zusammensetzung wenig Unterschiede aufweisen; dass sie zu den alkoholärmeren aber extractreicheren zu zählen sind. Alkohol und Trockenrückstand stehen im richtigen Verhältnis, letzterer ist nämlich überwiegend. Die Asche betrug nicht mehr und nicht

Digitized by Google

weniger, wie gewöhnlich, ein Kreidezusatz zum Abstumpfen der Säure hatte daher nicht stattgefunden. Der Säuregehalt hielt sich unter der normalen Grenze, so dass auch kein sauer gewordenes Bier zwischen den untersuchten sich befand. Bor- und Salicylsäure konnten trotz dem Sommer und wiederholter Prüfung nicht nachgewiesen werden. Eine Verfälschung mit Hopfensurrogaten findet auch nicht statt. Die untersuchten Sorten waren durchwegs rein, unverdorben und unverfälscht, und müssen die hie und da lautgewordenen Klagen gegen das schlechte Bier wahrscheinlich auf Abstehen, auf den Verlust der Kohlensäure und des erquickenden Geschmacks zurückgeführt werden.

5. Pfeffer im Kleinhandel.

Von Dr. H. Schuschny.

An aus dem Kleinhandel bezogenen 30 Proben von, der Verfälschung vorwiegend unterworfenem, pulverisirtem Pfeffer konnte folgendes constatirt werden:

Der mikroskopische Befund wies, bei Untersuchung der durch Alkohol aufgehellten Gewebe, in 4 Fällen Spuren von Cayennepfeffer, in zwei Fällen Holzfasern von Ingwer und in drei Fällen nicht genauer zu bestimmenden Pflanzengewebe nach. Der Alkoholextract, durch wiederholtes Ausziehen im Soxhlet'schen Apparat bestimmt, blieb zumeist weit hinter den aus Pfefferkörnern frisch gewonnenen Mengen zurück; er betrug nämlich auf lufttrockenen pulverisirten Pfeffer berechnet:

	Gewichtsprocente
Gesunde Körner frisch pulverisirt	10,19
Im Wasser untersinkende Körner pulverisirt . . .	12,03 bis 13,57
Pulverisirter Pfeffer aus dem Handel:	
1 Probe	3,84
2 Proben	4,46 und 4,64
5 »	5,35 bis 5,97
11 »	6,02 » 6,74
3 »	7,32 » 7,42
3 »	8,11 » 8,45
3	9,02 » 9,49
1 Probe	10,25
1 »	12,01

Digitized by Google

Das Wasserfärbungs-Vermögen, mit gleichen geringen Mengen Pfefferpulver in Champagnergläsern geprüft, erwies sich mit dem Normalen verglichen bei fünf Proben bedeutend erhöht. — Der Aschegehalt war in den meisten Fällen viel grösser als in Pfefferkörnern, nämlich:

		Gewichtsprocente
Pfefferkörner		3,72 bis 3,75
Pfefferpulver aus dem Handel:		
	2 Proben	12,87 und 12,38
	2 »	10,86 » 10,84
	2 »	9,82 » 9,56
	4 »	8,97 bis 8,62
	4 »	7,94 » 7,49
	7 »	6,94 » 6,00
	6 »	5,69 » 5,17
	2 »	4,47 und 4,22
	1 Probe	3,97

Die Asche zeigte ferner bei Zusatz von Chlorwasserstoffsäure, besonders in 8 Proben, starkes Aufschäumen.

Das Endergebnis besteht somit in der nachgewiesenen Verfälschung des pulverisirten Pfeffers durch andere Gewürze und insbesondere durch mineralische Stoffe. Es ist daher der Pfeffer nur im Korn zu beziehen und auch dann auf hohle Körner und fremde Beimengungen zu prüfen.

6. Sodawasser.

Von stud. med. J. Steiner[1]).

Von in 14 verschiedenen Budapester Fabriken erzeugtem Soda- (kohlensaurem) Wasser wurden insgesammt 61 Probeflaschen auf die in Betracht kommenden gesundheitsschädlichen Eigenschaften untersucht.

Die Reinlichkeit lässt viel zu wünchen übrig; der den Flaschen anhaftende, meist von menschlichen Händen herrührende Schmutz ist nicht nur ekelerregend, sondern kann sogar der

1) Közegészségügy és törvényszéki orvostan 1883 Nr. 2.

Digitized by Google

Träger von Contagien werden. — Das zur Fabrication verwendete Wasser entstammte, der chemischen Zusammensetzung nach zu urtheilen, mit einer Ausnahme, der städtischen Wasserleitung. — Von der Kohlensäurebereitung herrührende Chlorwasserstoff- oder Schwefelsäure und Arsen waren im Sodawasser nicht enthalten.

Dagegen stieg der Bleigehalt der meisten Wasserproben zu einer unerwarteten Höhe. Behufs Bestimmung des Bleies wurde das aus mehreren Syphons — eventuell aus einer Flasche — erhaltene Wasser mit Salpetersäure eingedampft, mit Schwefelwasserstoff ausgefällt, der Niederschlag in Salpetersäure aufgenommen, mit etwas Schwefelsäure zur Trockne gebracht und aus dem Gewicht des Bleisulfats das Blei berechnet. Von 61 untersuchten Flaschen gaben 51 ein bleihaltiges und bloss 10 ein bleifreies Wasser. Die aus einem Flascheninhalt erzielte Gesammtmenge betrug im Minimum 1,7 ^{mg}, im Maximum sogar 6,14 ^{mg} Blei.

Um den Ursprung des Bleies zu erfahren, wurde in drei mit je 10 Flaschen angestellten Versuchen in je einem Drittel des vermischten Wassers der Bleigehalt erstens sofort nach dem Bezuge, dann nachdem die Flaschen wiederholt mehrere Tage lang umgekehrt gestanden hatten, bestimmt. Es ergaben sich dabei folgende Mengen im Liter: Blei: 1. Partie: 3,71, 5,48 und 6,26 ^{mg}; 2. Partie: 0, 2,32 und 3,57 ^{mg}; 3. Partie: 0,23, 0,65 und 3,86 ^{mg}. Zinn: 1. Partie: 2,95, 6,3 und 4,56 ^{mg}; 2. Partie: 0, 2,8 und 6,21 ^{mg}; 3. Partie: 0,20, 2,80 und 1,85 ^{mg}. Das zuerst und kraftvoll aus der Flasche gespritzte Wasser enthielt daher viel mehr Blei als das längere Zeit in der Flasche gestandene, zum Beweis dessen, dass das Blei nicht bei der Fabrication, sondern erst beim Austritt durch den Syphon vom Wasser aufgenommen wurde.

Hiermit in Uebereinstimmung ergaben drei Analysen, dass der die Flasche abschliessende, mit einer Spritzröhre versehene Syphon aus Metall besteht, welches aus 56,4 und mehr Procent Blei und nur 43,6 % Zinn gebildet ist. Bei diesem hohen Bleigehalt wurde das Metall durch die wiederholte Befeuchtung mit

Digitized by Google

kohlensäurehaltigem Wasser und Austrocknung sehr stark angegriffen; die Spritzröhre findet sich mit einer grauen Schicht ausgekleidet, welche durch den starken Wasserstrahl fortgerissen wird; bei Reinigung dieser Röhre mit einer Bürste erhielt man 4 bis 10 mg Blei.

Diese Untersuchungen beweisen, dass die Bestimmung der zu Recht bestehenden Ministerialverordnung, wonach die Syphons der Sodawasserflaschen in keinem Falle über 10 % Blei enthalten dürfen, nicht befolgt wird. Doch scheinen, bei der corrodirenden Wirkung der Kohlensäure und der wiederholten Befeuchtung, auch die 10 % nicht zulässig, sondern es sollten höchstens, nach Gautier, 1 % Blei gestattet werden. Am meisten würde sich aber ein absolutes Verbot aller Metallverschlüsse und die Anordnung der in Deutschland üblichen Kork- oder anderweitigen metallfreien Verschlussvorrichtungen empfehlen.

---

7. Die normale und Marktmilch in Budapest.

Von Dr. D. Fuchs und Dr. J. Péchy[1]).

Die Untersuchungen bezweckten die Feststellung der Beschaffenheit einerseits der normalen, andererseits der im Handel erhältlichen Milch zu Budapest.

Untersuchungsmethoden: Das spec. Gewicht wurde mit dem Piknometer und dem Quevenne'schen Lactodensimeter ermittelt. Gleichzeitig wurde, nach dem Vorgange Smith's, das spec. Gewicht des Serums besonders bestimmt. Die Milch wurde mit einigen Tropfen Essigsäure unter Erwärmung coagulirt, durch dichte Leinwand filtrirt, abgekühlt und gewogen. Die grosse Constanz dieses Gewichtes in der normalen und die bedeutenden Schwankungen in der Marktmilch lassen dieses Verfahren zur Eruirung von Wasserzusatz sehr geeignet erscheinen[2]).

---

1) Közegészségügy és törvényszéki orvostan 1883 Nr. 3.

2) Neuere Versuche im Budapester Laboratorium beweisen, dass im Serum eine ziemlich grosse und dazu ungleiche Menge Fett zurückbleibt, welche die Zuverlässkeit der Methode sehr beeinträchtigt. v. F.

Digitized by Google

Zur Bestimmung des Trockenrückstandes und der einzelnen Bestandtheile oder Gruppen von solchen wird im Budapester hygienischen Institut nach Prof. v. Fodor der folgende, im Grundprincip der Wanklyn'schen Methode sich anlehnende Untersuchungsgang eingeschlagen:

Von der zu untersuchenden Milch werden 5 ccm in einen kleinen Kolben mit kurzem und weitem Hals, von bekanntem Gewicht abgemessen, rasch und genau abgewogen, mit einem Tropfen Essigsäure versetzt eingedampft, bei 100° C. bis zur Erreichung eines constanten Gewichts ausgetrocknet und wieder abgewogen. Der Gewichtsverlust wird als Wasser, der Rest als Trockenrückstand in Rechnung gebracht.

Zur Gewinnung des Fettes wird nun der Rückstand mit einigen Tropfen Alkohol versetzt, mit Aether übergossen, das Kölbchen an einem verticalen Kühler unten befestigt und im Wasserbade ¼ Stunde lang gekocht; nachdem abgekühlt worden, wird der Aetherextract auf ein kleines Filter gegossen in einem Platinschälchen von bekanntem Gewicht aufgefangen und die Extraction 2—3 mal wiederholt. Nachdem alles ausgetrocknet, wird der Gewichtsverlust des Kölbchens resp. die Gewichtszunahme des Schälchens als Fett berechnet.

Diese genaue quantitative Analyse diente gleichzeitig zur Controle anderer Methoden. Von den optischen ist die Nagelprobe die einfachste aber auch unverlässlichste; nicht viel genauer sind der Heusner'sche Milchspiegel und viele andere einfache Milchproben. — Die von Hoppe-Seyler modificirte Vogel'sche Probe erwies sich gleichfalls für unzuverlässig, indem sie zu hohe Werthe lieferte, nämlich im Mittel aus 14 Bestimmungen 6,48 % Fett, gegen 4,36 %, welche durch die quantitative Methode erhalten wurden. — Die mit dem Feser'schen Lactoskop erhaltenen Fettprocente zeigten eine viel bedeutendere Abweichung vom Ergebnis der chemischen Analyse, als Feser, Gerber, Engling und Klenze angegeben haben; namentlich stellte es sich dabei heraus, dass die auf dem inneren Milchglascylinder befindliche Scala durch den Gebrauch sich abnützt, so dass nach ca. 70 Bestimmungen von den schwarzen Strichen der unterste ganz,

Digitized by Google

die übrigen theilweise verwaschen sind. Da das Verblassen nicht plötzlich, sondern nur allmählich eintritt, wird das Instrument anfangs noch bessere, aber in der Folge von den auf chemischem Wege Erhaltenen immer mehr, und nach langem Gebrauch gänzlich abweichende Resultate liefern. — Das Princip des Marchand'schen Lactobutyrometers wurde mit einem in $^{1}/_{10}$ ccm getheilten Glascylinder geprüft. Das Einstellen in warmes Wasser bot wenig Vortheile, aber den Nachtheil, dass die Aetherschicht leicht aufschäumt; darum wurde bei kaltem Wetter das Gemenge nur durch Reiben mit einem trockenen Tuche etwas erwärmt. Von der ätherigen Fettschicht wurde $^{1}/_{10}$ ccm = 0,577 gm Fett gefunden, und mit Hinzurechnung von 0,32 % für das im Aether absorbirt gebliebene Fett lieferte die Methode von dem auf chemischem Weg erlangten Genauen nur um 0,05 % Fett niedrigere Zahlen, nämlich im Mittel 4,31 % gegen 4,36 %. Soxhlet's Methode wurde nicht geprüft [1]).

Zur Fodor'schen Methode zurückgekehrt, wird nun nach erfolgter Extraction des Fettes die im Kölbchen verbliebene Substanz mit schwachem Alkohol unter Kochen — wie beim Aether — dreimal extrahirt, und der, Zucker und etwas Salze enthaltende Alkoholextract erst getrocknet, gewogen, dann verbrannt und die Asche abermals gewogen. Der gesammte Alkoholextract liefert nach Abzug dieser Asche die Menge des Milchzuckers, welche übrigens zur Controle im mit Wasser verdünnten alkoholischen Auszug auch mittels Fehling'scher Lösung bestimmt wurde; beide Methoden lieferten im Durchschnitt sehr genau übereinstimmende Zahlen, nämlich (ohne Ascheabzug) 4,21 % und durch Titriren 4,18 %.

Der nach der Alkoholextraction im Kölbchen noch verbleibende Rückstand besteht aus den Eiweissstoffen und in Alkohol unlöslichen Salzen. Um deren Gesammtgewicht repartiren zu können wurde durch Abdampfen und Einäschern von ca. 10 gm Milch in einem Platinschälchen zuerst die Gesammtmenge der Asche bestimmt, aus letzterer nach Abzug der in Alkohol gelösten Salze das Gewicht der mit den Eiweissstoffen zurück-

1) Die Versuche fanden nämlich im Jahre 1879 statt.

Digitized by Google

gebliebenen Salze berechnet und nach Abzug der letzteren vom Gesammtgewicht der in Alkohol unlöslichen Asche und der Eiweissstoffe das Gewicht der letzteren erhalten.

Budapester Normalmilch. Unter Controle der Untersucher gemolkene 20 Proben zeigten folgende Zusammensetzung:

Das spec. Gewicht hielt sich in 15 Proben zwischen 1028,5 und 1032.

Der Trockenrückstand zeigte auch namhafte Abweichungen: je nach der Race, nämlich bei Schweizer Kühen 13,500, bei ungarischen 12,800 und bei gemischten Racen 14,080 %; ferner je nach der Fütterung, nämlich bei reinem Grünfutter 13,470, bei mit Schlempe gemischtem 13,370 und bei Trockenfutter 14,700 %. Der Trockenrückstand betrug sonst im Mittel 13,479 %, das Maximum 16,760 %, das Minimum 11,240 %; der hieraus berechnete Wassergehalt von 83,240 bis 88,760 % und im Mittel 86,521 %.

Der auf genauem chemischen Weg ermittelte Fettgehalt schwankte bedeutend, nämlich zwischen 6,86 und 3,22 %, und betrug im Mittel 4,36 %. Dagegen verhielt sich der Milchzucker ziemlich constant, immerhin mit einzelnen bedeutenden Ausnahmen, nämlich zwischen 5,68 und 3,35 %, aber in 14 von 19 Proben zwischen 4 und 4,5 %; als Mittel wurden 4,21 % erhalten.

Die Eiweissstoffe zeigten wieder grössere Schwankungen; als Mittel der zwischen 6,15 und 2,68 % gelegenen Zahlen ergaben sich 4,02 %.

An Asche lieferte die Budapester Normalmilch im Mittel 0,58 %, als Maximum 0,88, als Minimum 0,36 %. Letzteres Ergebnis steht jedoch unter den übrigen Höheren vereinzelt da, so dass ein Irrthum nicht ausgeschlossen scheint.

Die Budapester Marktmilch stammt zum Theil aus der Stadt, zum Theil aus den nahen Meierhöfen und Dörfern; am ersteren Ort werden die Kühe meist das ganze Jahr über im Stalle gefüttert, am Lande ist der Weidegang häufiger. In der Stadt sind die Kuhställe sehr häufig im Keller gelegen, wodurch die Gesundheit der Kühe nachtheilig beeinflusst wird und die Lungenseuche häufig auftritt. Schon das genügt, um die Stadtmilch

Digitized by Google

grösstentheils für gesundheitsschädlich oder mindestens verdächtig zu erklären. Die Untersuchung von über 60 Proben lieferte folgende Zahlen.

Das spec. Gewicht betrug im Mittel 1028,2, also 1,6 weniger als bei der Normalmilch.

Das spec. Gewicht des Serums hielt sich zwischen 1028 und 1021, bei der Normalmilch aber zwischen 1029 und 1026, was auf Wasserzusatz hinweist. Letzterer wird auch durch die mit dem Feser'schen Lactoskop ausgeführte Fettbestimmung bestätigt; 3,2 % normalem Fett stehen in der Marktmilch nur 2,8 % gegenüber, was einem Verlust von 13 % des Fettes gleichkommt.

Durch die gleichzeitige Verminderung des Fettgehaltes und des spec. Gewichtes wurde die schon von vornherein vermuthete Abrahmung und Verdünnung der Marktmilch mit Wasser festgestellt. Besonders gross erwies sich die Verfälschung in einzelnen Fällen. So fand sich eine Milch mit bloss 2 % Fett (Feser) bei 1023,4 spec. Gewicht; da letzteres bei obigem Fettgehalt wenigstens 1032 betragen müsste und jede 1 an spec. Gewicht 3—4 % Wasser entspricht, so muss jene Milch mindestens 30 % Wasser aufgenommen haben. Dasselbe kann von einer anderen Milch mit 3 % Fett (Feser) und nur 1021,4 betragendem spec. Gewicht gesagt werden, obschon der Wasserzusatz möglicher, ja wahrscheinlicher Weise 40—50 % erreichte.

Dem gegenüber fanden sich aber auch Milchproben mit normalem Fettgehalt und spec. Gewicht, und es würde der Verfälschung gewiss am sichersten vorgebeugt, wenn das consumirende Publikum selbst der Qualität mehr Aufmerksamkeit schenken und die nachgewiesen bessere Milch vorziehen würde.

Stärkemehl, Salicylsäure, Borsäure und Soda wurden in der Marktmilch nicht gefunden.

Zum Schluss mögen noch die analytischen Ergebnisse mit der Milch anderer Grossstädte auf folgender Tabelle verglichen werden:

Digitized by Google

	Berlin (Schacht)	Paris (Cameron)	London (Scott)	Budapest normal Max.	Min.	Mittel	Markt
Spec. Gewicht . .							
Gesammtmilch .	—	—	—	1032	1028,5	1029,8	1028,2
Serum	—	—	—	1029	1026,0	—	1028-1021
Wasser	89,08	87,00	86,06	88,76	83,24	86,521	—
Trockenrückstand[1])	10,92	13,00	13,94	16,76	11,24	13,479	—
Fett (chem. best.) .	2,50	4,00	3,56	6,86	3,22	4,36	—
» Vogel . . .	—	—	—	—	—	6,48	—
» Feser . . .	—	—	—	—	—	3,20	2,8
» Marchand . .	—	—	—	—	—	4,31	—
Milchzucker . . .	4,27	4,28	4,89	—	—	—	—
Alkoholextract .	—	—	—	5,68	3,35	4,21	—
Fehling . . .	—	—	—	—	—	4,18	—
Eiweissstoffe . .	3,55	4,10	4,55	6,15	2,68	4,02	—
Asche	0,60	0,62	0,74	0,88	0,36	0,58	—

8. Das Brod im Kleinhandel.

Von stud. med. S. Steiner[2]).

Aus dem Detailhandel eingebrachte 33 Brodproben wurden mit folgendem Ergebnis untersucht:

Das Brod ist zumeist aus Weizen- und Kartoffelmehl bereitet; Geruch und Geschmack ohne Anzeichen von Verderbnis, also das Mehl tadellos.

Der Wassergehalt wurde an durch Rinde und Mark gehenden Schnitten mittels Austrocknen bestimmt; in zur Controle aus Weizenmehl und Kartoffel frisch gebackenem Hausbrod fanden sich als Norm 21—22 % (Literatur 18—30 %) Wasser; im Handel dagegen enthielt das Brod im Mittel aus 32 Bestimmungen 42 %, des näheren: eine Probe 48,5 %, 21 Proben 47,5—40 %, acht 39,5—37 %, zwei 35 %, also bedeutend mehr, als zulässig und als im Ausland gefunden wurde (33—44,4 %), wodurch die Nährstoffe des Brodes unrechtlich bedeutend vertheuert werden.

1) In Budapest direct durch Wägen bestimmt, in den übrigen Städten aus den einzelnen Bestandtheilen berechnet.

2) Közegészségügy és törvényszéki orvostan 1883 Nr. 3.

Digitized by Google

Auf Alaunzusatz wurde zuerst nach Hossley mit Campecheextract reagirt, wodurch über 0,03 % Alaun angezeigt werden sollen; doch gaben sämmtliche Proben die blaue Färbung, obschon Alaun und Kupfervitriol bestimmt fehlten. Es musste daher nach dem Dupré'schen Verfahren der Alaungehalt quantitativ bestimmt werden. Von 33 Proben war überhaupt in 14, also in 42 % Alaun enthalten; die Menge erreichte im Maximum 4,6 und 4,9 g im Kilo Brod, in anderen 7 Proben mehr wie 1 g.

Kupfersalze konnten trotz der sorgsamsten Prüfung nicht nachgewiesen werden.

Der entwerthende hohe Wassergehalt und der zu Verdauungsstörungen führende starke Alaunzusatz bilden daher die im Budapester Brod gefundenen Schädlichkeiten, welche eine unablässige Controle der Bäckereien erheischen.

9. Essig.

Von stud. med. S. Steiner[1]).

Die Untersuchung erstreckte sich auf 30 aus dem Kleinhandel bezogene Essigproben und lieferte folgende Ergebnisse:

Die Proben waren klar, durchsichtig und lieferten auch nach mehrere Tage langem Stehen weder Trübung noch Bodensatz. Von den zwei Ausnahmen betraf die erste einen ganz jungen noch in Gärung befindlichen Weinessig mit Mostgeruch und starker Entwickelung von Spross- und Spaltpilzen; der andere Essig war von schmutziggelber Farbe und enthielt weisse Flocken, bildete auch nach 2 Tagen einen schmutzigen, schleimigen Bodensatz.

Der Geruch war zumeist rein sauer, zum Beweis, dass man es mit Spiritusessig zu thun hatte, bloss in 4 Fällen aromatisch, wie beim Weinessig, niemals unangenehm faulig. Die kleine Essigfliege sucht nur der Weinessig auf und bildet das empfindlichste Reagens.

Der Geschmack war angenehm sauer, erfrischend, nicht beissend, ohne bitterlichem Beigeschmack und ohne die Zähne lang zu machen, — also eine Verfälschung durch fremde Bitterstoffe und Mineralsäuren ausschliessend; von letzteren

1) Közegészségügy és törvényszéki orvostan 1883 Nr. 4.

Digitized by Google

konnten denn auch Schwefel-, Chlorwasserstoff- und Salpetersäure nicht nachgewiesen werden. Das Mikroskop zeigte zumeist nur Mycoderma aceti, höchstens noch ein wenig Mycoderma vini; letzteres war im echten Weinessig reichlich vorhanden.

Die mittels 1/10 normaler Ammoniaklösung bestimmte Gesammtsäure betrug in den als gewöhnlichen Essig gekauften Proben statt 4—5 % bloss 1,5—3,02 %, in sechs Proben weniger wie 2 %, und in acht 2—2,5 %. In den als Weinessig bezogenen Proben hielt sie sich statt zwischen 6—8 % bloss zwischen 1,2—4,8 %, betrug in drei Proben unter 2 %, und in acht 2—4 %. Der Essig ist daher übermässig gewässert.

Um zu erfahren, ob nicht Spiritusessig durch Zusatz von etwas Weinessig behufs Nachahmung des Aromas verfälscht wird, musste die Weinsäure besonders bestimmt werden. Aus dem auf 1/5 abgedampften Essig wurde durch Zusatz vom doppelten Volum Alkohol der Weinstein ausgefällt, mit Alkohol wiederholt ausgewaschen, in Wasser gelöst und mit 1/10 normaler Ammoniaklösung titrirt. Dabei ergaben sich im Weinessig anstatt 0,5 bis 0,8 %, bloss 0,225—0,01225 %, im gewöhnlichen Essig 0,10143 bis 0,0125 % Weinsäure; sechs Proben enthielten von letzterer überhaupt nichts.

Es wird daher selbst der beste im Handel erhältliche Weinessig nicht aus reinem, sondern aus mindestens zur Hälfte mit Wasser versetztem Wein erzeugt oder mit weinsäurefreiem (Sprit-) Essig versetzt. Im Ganzen war der als solcher verkaufte Essig in den seltensten Fällen echter Weinessig, und es war überhaupt Spiritusessig vorwiegend, welchem, wie die Spuren Weinsäure zeigen, behufs Verleihung des Aromas etwas Weinessig zugefügt wird. Der in Deutschland gefundene künstliche Zusatz von reiner Weinsäure scheint in Budapest nicht betrieben zu werden.

Echter Weinessig liefert viel Trockenrückstand und Asche; von den untersuchten Proben enthielten einige Weinessigproben 2,40, 1,81—1,77 % Extract und 0,318—0,157 % Asche, andere dagegen bloss 0,03—0,07 % Extract und verschwindende Spuren Asche; letzterer war daher reiner Spritessig, obgleich häufig als Weinessig verkauft worden.

Digitized by Google

Aldehyd (im Spiritusessig), Holzessig (mit der Chameleonprobe), ferner giftige Metalle, Blei und Kupfer konnten in keiner einzigen Probe nachgewiesen werden.

Gegen die hierdurch nachgewiesenen hauptsächlichen Verfälschungen, nämlich entwerthenden Wasserzusatz und fraudulöses Parfümiren des Spritessigs mit etwas Weinessig wären die Consumenten 1. durch Feststellung des minimalen Essigsäuregehalts, 2. durch Verpflichtung zur Angabe auf den Ausschankgefässen, ob Wein- oder Spritessig, endlich 3. durch häufige Controle der Handelswaare seitens der Gesundheitsbehörde zu schützen.

---

10. Untersuchung einiger Mineralwässer.

Von Dr. A. Tury[1]).

Es wurde eine Anzahl der beachtenswerthesten und theuersten in- und ausländischen Mineralwässer, nämlich Jod- und Eisenwässer, auf den Hauptbestandtheil und den allgemeinen Zustand untersucht. Die Proben wurden aus Mineralwasserhandlungen eingekauft. Die Namen der untersuchten Wässer gibt der Verfasser nicht an, da es seine Absicht bloss war, die Aufmerksamkeit der competenten Behörden wachzurufen.

I. Jodwässer. Die quantitative Bestimmung geschah nach Schwarz-Fresenius.

Der Zustand der Wässer war folgender:

1. Gut verkorkt; alkalisch, von salzigem Geschmack, ohne Bodensatz. 2. Trübe, schlammig. 3. Kork zum Theil zerbröckelt; moderiger Geruch; brauner Schlamm; filtrirt, alkalisch, Geschmack salzig. 4. Gut verkorkt. 5. Rein, alkalisch, Geschmack salzig. 6. Gut verkorkt; rein, alkalisch, salziger Geschmack.

Aus dem Ergebnis der auf folgender Tabelle zusammengestellten Analysen geht hervor, dass die auf Ankündigungen und Etiquetten angegebenen Analysen unverlässlich sind; manche eben wegen des Jodgehalts gesuchten und theuer bezahlten Wässer enthalten entweder überhaupt kein oder nur sehr wenig Jod; andere sind bei Jodgehalt verdorben; endlich scheinen

1) Közepészségügy és törvényszéki orvostan 1884 Nr. 3.

Digitized by Google

manche durch hohen Jodgehalt ausgezeichnete Wässer geradezu gefälscht. Neben diesen gibt es aber auch welche mit der Analyse entsprechendem Jodgehalt, also offenbar reine, werthvolle Jodwässer.

Jodgehalt der Mineralwässer

laut Analyse	im Liter gefunden Gramm
1. in 1000 ccm Wasser 0,0209 g NaJ .	zweimal 0 einmal etwa 0,0001 J einmal etwa 0,00025 J
2. in 1000 ccm Wasser 0,015 g NaJ . .	meist 0 einmal 0,0005 J
3. in 1000 ccm Wasser 0,030 g NaJ . .	einmal 0,0175 J = 0,02067 NaJ einmal 0,018 J = 0,0212 NaJ
4. reich an Jod und Brom	einmal 0,008 J
5. in 1000 g Wasser { 0,050 g MgJ_2 = 0,035 g J	wiederholt 0,042 J = 0,054 MgJ_2
6. in 1000 Theilen Wasser 0,042 g NaJ	1882 wiederholt 0,023 J = 0,027 NaJ 1883 einmal 0,022 J. 1883 einmal 0,07728 (!!) J.

II. Eisenwässer. Da nur das in Lösung befindliche Oxydulsalz von Werth ist, ausgeschiedenes Oxydsalz aber geradezu schädlich sein kann, wurde das Wasser behufs Bestimmung des in beiden Formen anwesenden Eisens rasch filtrirt, der Niederschlag in Salzsäure gelöst, mit chlorsaurem Kali behandelt, nach Austreibung des Chlors heiss mit Ammoniak übersättigt, gekocht, mit Essigsäure schwach angesäuert, nochmals gekocht, durch Neutralisirung mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag in Schwefelsäure gelöst und mit Zink reducirt; endlich wurde mit Permanganat titrirt.

Prüfung des Zustandes und Analyse ergaben folgendes:

1. Gut verkorkt; an der Oberfläche ein rothbrauner Ring. 2. Am Rand des Korkes weisse Salze ausgeschieden; reichlicher, braungelber Bodensatz. Wasser reagirt sauer, schmeckt etwas beissend, tintenartig. 3. Wasser reagirt sauer, ist trübe, mit Bodensatz, welcher auf der Etiquette als normal angegeben wird. 4. Sauer, mit Bodensatz. 5. Gut verkorkt; im sonst reinen Wasser feine, suspendirte Körnchen; angenehm säuerlicher Geschmack. Eine durch übermässigen Eisengehalt ausgezeichnete Flasche enthielt schlammiges Wasser von moderigem Geruch und unan-

Digitized by Google

genehmem bittersalzigen Geschmack, obschon es auf der Etiquette hiess: »moussirendes, am angenehmsten erquickendes, am leichtesten verdaulichstes Eisenwasser«. 6. Gut verkorkt; im Wasser schwimmen feine Körnchen; der Kork gebräunt aber unversehrt; Geschmack angenehm; viel Kohlensäure. 7. Wasser geruchlos, angenehm prickelnder Geschmack; viel Kohlensäure.

Eisengehalt der Mineralwässer.

Milligramm im Liter:

	als Oxydul	als Oxyd	zusammen
1.	14,7	38,0	52,7
2.	28,8	25,2	54,0
3.	10,0	9,4	19,4
4.	17,4	14,0	31,4
5.	6,5	6,4	12,9
	6,4	1050,0 (!)	1056,4
6.	9,0	3,0	12,0
7.	9,6	3,4	13,0

Die gut conservirten sind von Natur aus arm an Eisen, während in den eisenreichen Wässern nahezu die Hälfte des Metalls und mehr ausgeschieden ist.

Diese Untersuchungen führen zur Ueberzeugung, dass die im Handel erhältlichen in- und ausländischen Mineralwässer von der bei der Analyse gefundenen Zusammensetzung häufig abweichen. Dadurch ist der ordinirende Arzt und der Kranke, welcher das Wasser mit grossen Opfern sich beschafft, der Irreleitung ausgesetzt, und der Kranke läuft Gefahr, durch das in Flaschen bezogene, dem Brunnen gegenüber minderwerthige Wasser in seiner Gesundheit direct geschädigt zu werden. Diesem Zustand könnte im Interesse der öffentlichen Gesundheit am besten durch Errichtung eines Staatslaboratoriums zur Analyse der Mineralquellen und Controle der im Handel vorkommenden Wässer abgeholfen werden [1]).

1) Der königl. ungarische Minister für Cultus und Unterricht (Herr v. Trefort) beschloss soeben die Errichtung einer chemischen Staatsanstalt zur Untersuchung der Mineralwässer. v. F.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Versuche, den Ursprung einer Scharlachepidemie während des Jahres 1883 im 1. hessischen Infanterie-Regiment Nr. 81 festzustellen.

Von

Dr. v. Kranz,
Oberstabsarzt.

I.

Bezüglich einer Scharlachepidemie, welche das 1. hessische Infanterie-Regiment Nr. 81 zu Frankfurt a. M. betraf, muss ich, um sie Schritt für Schritt verfolgen zu können, bis zum Januar 1883 zurückgehen.

Als erster Scharlachfall genannten Regiments für das Jahr 1883 ging am 14. Januar der Musketier Otto II der 4. Compagnie von Stube Nr. 98 seiner Kaserne dem Garnisonslazareth zu. Dass Otto wirklich der erste Fall dieser Epidemie ist, scheint mir deshalb unzweifelhaft, weil im Jahre 1882 der letzte von 7 Scharlachfällen, welche das genannte Regiment betrafen, am 27. Juli dem Lazareth zuging.

Der Kürze und Uebersichtlichkeit halber führe ich hier unten diese 7 Fälle namentlich auf, unter Angabe des Tages ihrer Erkrankung, ihrer Entlassung aus dem Lazareth und der Nummer der Stube, von der sie aus der Kaserne dem Lazareth zugingen.

Musketier	Ebert	der	2.	Comp.	81. Reg.	5/1. 82 — 6/1. 82 †	Stube [1])
»	Emmerling	»	»	»	»	17/4. 82 — 8/5. 82	» 61
»	Bayer	»	»	»	»	15/7. 82 — 31/7. 82	» 61
Einj.-Frw.	Jost	»	»	»	»	27/4. 82 — 26/5. 82	Bürgerquartiere.
»	Erkel	»	1.	»	»	22/5. 82 — 17/6. 82	
»	Fries	»	2.	»	»	21/5. 82 — 17/6. 82	
»	Rossbach	»	4.	»	»	27/7. 82 — 18/9. 82	

1) Die Stube ist nicht mehr mit Sicherheit zu nennen.

Digitized by Google

Der Einjährig-Freiwillige Rossbach hatte seinen Exercieranzug auf Stube 95 seiner Kaserne liegen.

Otto war am 26/12. 82 aus der Heimath vom Urlaub gekommen. Die in verschiedenen Terminen eingehend mit ihm angestellten Krankenexaminas haben ergeben, dass er in Wernswig im Kreise Homberg bei Cassel vom 24. bis 26. December 1882 beurlaubt war, woselbst weder in seiner Verwandtschaft, noch in seiner Bekanntschaft, noch überhaupt im Orte, während seines Urlaubs oder kurz vorher ein Scharlachfall aufgetreten sein soll. Die Aetiologie dieses ersten Falles ist trotz aller Nachforschungen dunkel geblieben. Wollte man annehmen, der p. Otto habe sich dennoch in der Heimath oder während der Rückfahrt auf der Eisenbahn inficirt, so wäre die Incubationszeit von 19 Tagen eine der Erfahrung nicht entsprechende. Zudem bietet sich auch kein Anhaltspunkt für diese Annahme. Es muss also angenommen werden, er sei in Frankfurt a. M. inficirt worden. Auf die Frage »wo« ist aber eine auch nur wahrscheinlich richtige Antwort nicht zu geben. Nicht allein p. Otto II, sondern auch seine Stubenkameraden und sein Feldwebel sagen aus, p. Otto sei vom 26. December 1882 bis zum 14. Januar 1883 nicht in der Stadt gewesen und habe keinen Besuch in der Kaserne empfangen. Die wiederholtesten mündlichen Recherchen und Correspondenzen über diese Frage, die ich wie über alle folgenden Scharlachfälle im ganzen Regiment in extenso geheftet in Händen habe, liefern dasselbe negative Resultat. Auch die Frage, ob etwa Otto, der heute noch in Reih und Glied steht, eigne Uniformsstücke von einem der vorstehend genannten Scharlachkranken aus dem Jahre 1882, in specie von dem Einjährig-Freiwilligen Rossbach, gekauft hätte, wird von seinem Compagniechef auf das Bestimmteste verneint.

Am 26/1. 83 geht nun ein zweiter Fall von Scharlach und zwar Musketier Dietz von derselben 4. Compagnie und von derselben Stube 98 vom Regiment 81 dem Lazareth zu. Trotz der Incubationszeit von 12 Tagen ist am Ende die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, die Uebertragung der Krankheit von Otto auf Dietz anzunehmen, weil beide auf derselben Stube lagen und ander-

Digitized by Google

weitige Ansteckungsquellen nicht aufgefunden werden konnten. Der Verkehr zwischen den beiden Stubenkameraden ist selbstverständlich ein sehr reger gewesen.

Auch der am 5/2. 83 auf der unmittelbar neben Stube 98 gelegenen Stube 96 derselben Kaserne erkrankte Musketier Nicolaus der 4. Compagnie hat sich aller Annahme nach aus derselben Quelle angesteckt, von welcher aus Dietz erkrankte. Dass zwischen den Leuten einer Compagnie, welche gleichzeitig Stubennachbarn sind, ein lebhafter Verkehr besteht, dürfte selbstverständlich sein. Die Incubationszeit aber betrüge dann wiederum 10 Tage. Eine andere Ansteckungsquelle ergab sich nicht.

Mittlerweile hatte das 2. Bataillon, welches in einer ganz andern Kaserne internirt ist, ebenfalls einen Scharlachfall zu verzeichnen gehabt, und zwar als ersten den SergeantenKödding der 5. Compagnie, welcher am 28/1. 83 von Stube 106 der 75 m von der Kaserne des 1. Bataillons entfernt gelegenen und durch den Kasernenhof getrennten Kaserne des 2. Bataillons erkrankte. Eifrige Nachforschungen und spätere Nachfragen beim Sergeanten selbst ergaben aber absolut keine Anhaltspunkte, dass p. Ködding etwa mit Musketier Otto II oder mit Musketier Dietz der 4. Compagnie in Berührung gekommen sei. Er sowohl wie diese beiden stellen das auf das Bestimmteste in Abrede und behaupten, sich vor ihrer Erkrankung nicht gekannt zu haben, auch in keiner Cantine oder Wirthschaft mit einander verkehrt zu haben. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass p. Ködding in der Stadt eine Infectionsquelle gehabt hat, da, wie später ersichtlich sein wird, dort gleichzeitig Scharlach grassirte.

Der nun wieder vom 1. Bataillon als nächster Fall dem Lazareth zugehende Kranke ist Musketier Wittekind der 1. Compagnie. Er lag in der Kaserne I auf Stube 85 und ging von da aus dem Lazareth am 30/1. 83 an Lungenentzündung zu. Am 11/2. 83 erkrankte er im Lazareth an Scharlach. Sofern er sich am Tage seines Eintritts in das Lazareth noch in der Kaserne inficirt haben sollte, betrüge die Incubationszeit der Krankheit wiederum 12 Tage. Eine Infection in der Kaserne mit längerer als 12 tägiger Incubation ist nicht wohl anzunehmen, zudem der

Digitized by Google

p. Wittekind auch weder mitKödding, noch mit Otto, noch mit Dietz, noch mit Nicolaus Umgang gehabt haben will, noch nachweisbar gehabt hat.

Am 10/2. 83 geht als nächster Fall der erste Füsilier Claus der 12. Compagnie 81. Regiments von Stube 112 der Füsilier-Kaserne dem Lazareth zu. Er will weder mit einem der 3 an Scharlach erkrankten Musketiere des 1. Bataillons bekannt sein, noch mit ihnen irgendwo zusammen gekommen sein; auch den Sergeanten Ködding kennt er angeblich nicht. Die soeben Genannten sagen dasselbe bezüglich des p. Klaus aus. Nachforschungen, wo sonst ausserhalb der Kaserne oder im Lazareth er sich seine Erkrankung acquirirt haben könnte, sind resultatlos verlaufen. Verkehr in der Stadt wurde bestritten.

Am 12/2. 83 kommt nun wieder ein Musketier des 2. Bataillons an Scharlach zu, Demmer der 5. Compagnie. Auch hier sind wieder dieselben negativen Erhebungsresultate. Sofern er sich von seinem Sergeanten Ködding aus inficirt haben sollte, dessen Stube 106 nahe an der von p. Demmer bewohnten Stube 103 der Kaserne des 2. Bataillons liegt, würde die Incubationszeit wieder 15 Tage gedauert haben müssen, da Ködding mit seinen Sachen am 28/1. 83 in das Lazareth geschafft worden ist.

Am 15/2. 83 erkrankten nun 3 Mann des Füsilier-Bataillons auf einmal an Scharlach. Es sind dies die Füsiliere Haas und Braun und der Hornist Mathis, sämmtlich der 9. Compagnie angehörig. Der erstgenannte erkrankte auf Stube 52, die beiden andern auf Stube 56 der Füsilier-Kaserne. Wenn nun auch der Füsilier Claus, welcher am 10/2. 83 an Scharlach erkrankte, der 12. Compagnie angehörte, und auf einem ganz andern Corridor der Füsilier-Kaserne auf Stube 112 lag, so ist doch für die Annahme sprechend: von Claus aus sei für die oben genannten 3 Füsiliere die Ansteckung erfolgt, die Dauer der Incubation 5 Tage, sofern die Ansteckung von ihm aus am Tage seiner Erkrankung erfolgt sein sollte. Die Leute hatten dieselbe Cantine und können auch sonst sehr wohl zusammengekommen sein, wiewohl sie sich nicht unter einander (dem Claus gegenüber) vor ihrer Erkrankung gekannt haben wollen.

Digitized by Google

Eine anderweitige Infectionsquelle ausserhalb der Kaserne ist trotz mehrfacher Recherchen nicht aufzufinden gewesen. Der nun am 6/3. 83 zugehende Füsilier Kürtell der 9. Compagnie kommt nun wieder von Stube 52, wo auch der Füsilier Haas am 15/2. 83 erkrankte. Will man die Infection vom letztgenannten ausgegangen annehmen, was im Hinblick auf das Verhältnis der Stubenkameraden nahe läge, so müsste wieder eine Incubation von mindestens 19 Tagen angenommen werden, vorausgesetzt, dass die später vorgenommenen Desinfectionsmaassregeln bezüglich Stube 52 nach dem Abgang von Haas in jeder Beziehung von Erfolg gewesen wären.

Am 18/3. 83 geht wieder vom 2. Bataillon genannten Regiments der Gefreite Schneider der 8. Compagnie von Stube 52 seiner Kaserne dem Lazareth zu. Eine Infection von dem am 12/2. 83 erkrankten Musketier Demmer der 5. Compagnie und Stube 103 ist geradezu auszuschliessen, schon wegen der Incubationszeit von alsdann 36 Tagen. Dann aber liessen sich auch sonst absolut keine Anhaltspunkte hierfür finden und läge es viel näher anzunehmen, es sei Gefreiter Schneider etwa auf dem Hofe oder sonst wo in einer der Kasernen, etwa mit dem Füsilier Kürtell zusammengekommen, ohne dass einer von den beiden, die sich nicht kennen wollen, es wüsste, vorausgesetzt, dass p. Schneider keine Infectionsquelle ausserhalb der Kaserne gehabt hat, die nicht aufzufinden war. Es würde alsdann aber die Incubationszeit wiederum 12 Tage mindestens gedauert haben.

In meiner Abwesenheit zum Operationscursus in Berlin erkrankte am 2/4. 83 Füsilier Frischmann von Stube 49 der Füsilier-Kaserne. Der in dieser zuletzt erkrankte Füsilier Nied ging am 23/3. 83 von Stube 84 zu. Der erstgenannte gehörte der 10., der letztgenannte der 9. Compagnie an. Dass eine Berührung beim Exercieren, ebenso wie in der Bataillonscantine stattgefunden haben kann, ist unbestreitbar. Beide Leute geben zu, in der Cantine am 22. März cr. verkehrt zu haben. Indessen ist auch nicht ausgeschlossen, dass die Infectionsquelle anders als aus der Stadt stammt, wiewohl nach dieser Richtung hin nichts festzustellen ist. Sollte Frischmann von Nied inficirt

Digitized by Google

sein, so betrüge die Incubationszeit 10 Tage. Sollte Nied von einem Bataillonskameraden inficirt worden sein, so läge am nächsten an Kürtell zu denken, der als der letzte Füsilier am 6/3. 83 an Scharlach erkrankte. Aber abgesehen davon, dass die Leute keine Compagniekameraden waren und somit wenig Verkehr mitsammen hatten, hätten wir wieder eine Incubationszeit von 16 Tagen anzunehmen.

Am 4/4. 83 geht Einjährig-Freiwilliger Schleich der 3. Compagnie des Regiments dem Lazareth an Scharlach zu. Er wohnte in einer Wirthschaft der Kaserne gegenüber mit noch zwei andern Einjährigen, welche gesund geblieben sind auf einer Stube, ist angeblich wenig ausgegangen, hat keine Verwandten in der Stadt und hat seine Kleider auf Stube 80 seiner Kaserne. Der letztzugegangene Musketier 1. Bataillons Nicolaus erkrankte am 5/2. 83 und kam von Stube 96. Eine Uebertragung von diesem auf Schleich ist undenkbar. Die Kleider des Nicolaus sind in derselben Weise im Garnisonslazareth desinficirt worden, wie die der andern Erkrankten des Regiments, mittels heissen Wasserdampfes, welcher in einem hermetisch geschlossenen eisernen Cylinder ein- und mit 120 ° C. abfliesst. Schleich will weder den Füsilier Nied, noch den Füsilier Fleischmann vor seiner Erkrankung gekannt haben oder mit diesen in Beziehung gekommen sein. Dennoch ist nicht ausgeschlossen, dass p. Schleich mit Frischmann in Berührung gekommen sein kann. Die Incubation würde dann 2 Tage gedauert haben.

Am 9/4. 83 geht Musketier Geck der 3. Compagnie dem Lazareth von Stube 43 seiner Kaserne zu. Er starb am 12/4. 83 im Lazareth während meiner Abwesenheit aus der Garnison, und ist nicht weiter befragt worden.

Am 17/4. 83 geht der Füsilier Lagneau der 10. Compagnie von Stube 80 seiner Kaserne zu. Er will den am 2/4. zugegangenen Füsilier der 9. Compagnie Frischmann nicht kennen, gibt aber zu, am 1/4. 83 mit ihm möglicherweise in der Bataillonscantine zusammen gekommen zu sein. Der zuletzt vorher erkrankte Compagniekamerad des p. Lagneau war Füsilier Nied der 10. Compagnie, welcher am 23/3. 83 erkrankte. Lagneau will

Digitized by Google

den Nied vor seiner Krankheit zwar näher gekannt haben; da die Incubation aber im Falle der Ansteckung von diesem aus 25 Tage gedauert hätte, auch die Stubengenossen des p. Nied nicht erkrankt sind, ist das schwer denkbar. Nied wurde am 17/4. 83 aus dem Lazareth entlassen; Frischmann ging, wie oben gesagt am 2/4. und Lagneau am 17/4. demselben zu. Angeblich soll kein Verkehr nach der Entlassung des p. Nied zwischen Frischmann und Lagneau bestanden haben. Am Tage der Entlassung des p. Nied, der mit dem Tage der Erkrankung des p. Lagneau zusammenfällt, ist aber deshalb die Ansteckung unmöglich erfolgt, weil der Krankenomnibus zuerst die Kranken, welche aus dem Lazareth zur Truppe zurückgehen abholt, zur Kaserne fährt, sie dort absetzt und dann unmittelbar darauf die bereits auf ihn wartenden zur Aufnahme in das Lazareth designirten neu Erkrankten aufnimmt und zum Lazareth hinfährt. Lagneau war also schon scharlachkrank als Nied zurück kam. Desinfection bei Nied wie früher.

Am 22/4. geht Musketier Roth II der 4. Compagnie von Stube 139 seiner Kaserne dem Lazareth zu. Er will Geck vor seiner Erkrankung nicht gekannt haben, kann aber möglicherweise am 8/4. mit demselben in Berührung gekommen sein. Die Incubation betrüge dann 12 Tage. Den Füsilier Lagneau will Roth II vor seiner Erkrankung nie gesehen haben. Lagneau sagt dasselbe bezüglich Roth II. Berührungspunkte haben dieselben auch nicht nachweislich in einem gleichmässig von ihnen besuchten Local, Cantine oder Wirthschaft gehabt. Beide behaupten wenig auszugehen, nur selten ihre Bataillonscantine, aber nicht die eines andern Bataillons zu besuchen. In derselben Beziehung steht Roth II zu Frischmann.

Der zunächst zugehende Fall ist der Portepeefähnrich jetzt Lieutenant von Bülow. Er kommt am 10/5. von Stube 158 der Kaserne des 2. Bataillons des Regiments zu. Der sociale ausserdienstliche Verkehr desselben mit den gemeinen Soldaten ist insoweit ausgeschlossen, als derselbe nur noch in Berührung mit solchen in der Cantine des 1. Bataillons erfolgen konnte. Aber mit welchem derselben, der ihn hätte inficiren können? Da er beim 1. Bataillon

Digitized by Google

bei der 1. Compagnie Dienst that, wäre hier die Infectionsquelle am nächsten zu suchen. Nun ist aber von der 1. Compagnie nur der Musketier Wittekind am 30/1. 83 an Scharlach erkrankt und kein Mann mehr. Dass bei der gewissenhaft durchgeführten Desinfection der Sachen und Utensilien dieses Mannes weder von diesen, noch in Anbetracht der langen Zwischenzeit zwischen den beiden Erkrankungen von Wittekind selbst hätte erfolgen können, ist nicht anzunehmen; eine Incubationszeit von $3\frac{1}{2}$ Monat ist ganz undenkbar. Eher wäre an Schleich oder Geck, deren Erkrankung am 9/4. resp. 17/4. erfolgte, zu denken, in der Weise, dass p. von Bülow etwa an den Erkrankungstagen derselben mit einem von ihnen etwa in der Cantine in Berührung gekommen wäre. Die Incubationszeit betrüge aber in diesem Falle zum mindesten 23 Tage, was auch nicht wohl anzunehmen ist. Bei dem unzweifelhaften Verkehr des Fähnrichs in der Stadt ist aber auch dort eine Ansteckung möglich gewesen.

Der nächste zugehende Fall betrifft wieder einen Füsilier der 11. Compagnie desselben Regiments, Schlag, welcher gleichfalls am 10/5. von Stube 104 der Füsilier-Kaserne dem Lazareth zugeht. Der letzte Füsilier Lagneau war am 17/4. zugegangen. Es würden im Falle der Ansteckung von diesem letzteren aus wiederum 23 Tage Incubationszeit angenommen werden müssen. Dazu war derselbe von einer andern Compagnie und abgelegenen Stube (49). Der zuletzt erkrankte Soldat des Regiments war der Musketier Roth der 4. Compagnie, also eines ganz andern Bataillons. Da er am 22/4. erkrankte, müsste im Falle die durch nichts näher motivirte Ansteckung von diesem aus erfolgt wäre, auch immerhin noch eine Incubationszeit von 18 Tagen angenommen werden. Von der 11. Compagnie ist Schlag der einzige Scharlachkranke.

Der nun am 11/5. 83 zugehende nächste Fall betrifft wieder einen Musketier Wertheimer der 3. Compagnie von Stube 79. Dagegen, dass derselbe von dem am 22/4. erkrankten Manne desselben Bataillons inficirt sei, spricht wieder die alsdann anzunehmende Incubationszeit von 24 Tagen neben vielen andern Bedenken. Der zuletzt zugegangene Compagniekamerad des

Digitized by Google

p. Wertheimer war, der am 3. Erkrankungstage gestorbene Musketier Geck, welcher aus Stube 43 am 9/4. 83 dem Lazareth an Scharlach zuging. Wertheimer war Rekrut und soll nicht in der Stadt verkehrt haben. Soll Wertheimer als von Geck inficirt angesehen werden, so müsste wiederum eine Incubation von über 4 Wochen angenommen werden.

Am 16/5. 83. geht nun Lieutenant von Helmolt aus Stube 38 der Kaserne des 1. Bataillons dem Lazareth an Scharlach zu; bei der 12. Compagnie that er Dienst. Stube 38 und 43 (Geck) liegen auf einem Corridor und ungefähr 15 ^{m} von einander entfernt. Berührung mit Leuten von der 12. Compagnie im Dienst ist als selbstverständlich zu erachten. Es ist aber nur der Füsilier Claus dieser Compagnie und zwar am 10/2. 83 erkrankt und am 10/3. 83 geheilt aus dem Lazareth entlassen worden. Wollte man die Ansteckung als von diesem ausgegangen annehmen, so müsste die Incubationszeit über 3 bzw. über 2 Monate gedauert haben, je nachdem man vom Erkrankungstage oder vom Tage der Wiederkehr aus dem Lazareth rechnet. Dazu ist, wie oben schon gesagt, von diesem Claus aus anderweitig kein Scharlach in seine Compagnie getragen worden, da er der einzig an Scharlach erkrankte Mann seiner Compagnie geblieben ist. Einen bewussten Verkehr in einem von Scharlach heimgesuchten Hause oder mit Verwandten oder Hausgenossen Scharlachkranker negirt Lieutenant von Helmolt.

Zehn Tage später geht der letzte Scharlachkranke des 81. Regiments dem Lazareth zu. Es ist der Musketier Rabuske der 1. Compagnie von Stube 129 seiner Kaserne. Der letzte Kranke der 1. Compagnie war Fähnrich von Bülow, der aber in der Kaserne des 2. Bataillons wohnte. Ausser Rabuske erkrankte nur noch Musketier Wittekind der 1. Compagnie auf Stube 85 am 30/1. 83, welcher nach 49 Behandlungstagen am 20/3. 83 aus dem Lazareth der Truppe geheilt zuging. Die Incubation von diesem aus würde, wenn man von seiner Entlassung aus dem Lazareth rechnen wollte, mindestens wieder 2 Monate bzw. noch 49 Tage mehr gedauert haben. Zudem ist weiter kein Mann der 1. Compagnie erkrankt.

Digitized by Google

Aus allem dem ergibt sich, dass wir die Frage, »wie hat sich die oben beschriebene Scharlachepidemie im 81. Regiment verbreitet« nicht mit Bestimmtheit zu beantworten in der Lage sind. Als Antwort auf dieselbe können wir nur Vermuthungen aussprechen. Die Ansteckung von Mann zu Mann hat wegen der zum Theil unwahrscheinlichen Incubationszeit zu wenig für sich; man muss sie bei unserer Epidemie wohl fast ganz fallen lassen. Der Verkehr in der Stadt, in der der Scharlach grassirte, ist in einzelnen Fällen ganz auszuschliessen, in anderen unwahrscheinlich. Die alten Leute verkehren zum grossen Theil nicht viel in der Stadt. Die Kaserne liegt allein und weit von derselben entfernt. Auch lässt dienstliche Beschäftigung der Leute einen regen Verkehr in der Stadt nicht zu. Die Rekruten aber wurden gar nicht in die Stadt gelassen, und von den Erkrankten waren 8 Rekruten. Falls wir einzelne Infectionen von der Stadt aus nicht absolut negiren können, sind in anderen Fällen dieselben von da aus undenkbar. Was bleibt also übrig anzunehmen. Sollte nicht die Infection von den Kasernenstuben aus erfolgt sein. Wenn auch nach unsern Begriffen eine nach Kräften der Situation richtig entsprechende Desinfection der Menschen, Utensilien und Sachen vorgenommen worden ist, so ist doch wahrscheinlich in den einzelnen Stuben, in denen die Leute erkrankt sind, der eine oder andere Keim zur ferneren Entwickelung der Krankheit zurückgeblieben, der vielleicht durch die getroffenen Maassregeln unerreichbar war, vielleicht auch bei Anwendung derselben übergangen wurde. Für die letztere Auffassung spricht, dass zu Anfang der Krankheit im 1. Bataillon binnen 12 Tagen auf ein und derselben Stube 98 zwei Leute an Scharlach erkranken und wiederum 8 Tage später von der daneben gelegenen Stube 96 der 3. Mann. Es wurde nun vor allem dem Regimentscommando, welches auf das nachdrücklichste die Endemie keine grossen Dimensionen einnehmen zu lassen bemüht war und ebenso der 4. Compagnie, aus der alle 3 Fälle kamen, klar, dass die Situation ernst wurde, und wurden unter diesen Umständen die angeordneten Maasregeln bezüglich der Desinfection auf das sorgfältigste ausgeführt. Daraufhin hat diese Compagnie nur noch einen Scharlachfall am

Digitized by Google

22/4. 83 von Stube 139. Eine ähnliche Beobachtung macht man bei den Erkrankten der 9. Compagnie. Von Stube 56 gehen am 15/2. zwei Fälle, am selben Tage von Stube 52 ein dritter Fall und daraufhin von dieser selben Stube 52 am 6/3. 83 der 4. und letzte Fall dieser Compagnie, dem Lazareth zu.

Zieht man indess die Veröffentlichungen von v. Kerschensteiner im Jahrgang 1881 des ärztlichen Intelligenzblattes S. 215, die Entstehung und Verbreitung der Lungenentzündungs-Epidemie in der Gefangenenanstalt Amberg in der bayerischen Pfalz betreffend, ferner die Arbeit Emmerich's in Bd. 2, 1884 Fortschritte der Medicin von Friedländer über Pneumoniecoccen in der Zwischendeckfüllung als Ursache der Pneumonie-Epidemie in Amberg in Betracht, so ist es sehr wohl denkbar, dass das Virus der Scharlachepidemie im 1. hessischen Infanterie-Regiment Nr. 81, von der hier die Rede ist, ebenso versteckt und für die gewöhnlichen hier angewendeten Desinfectionsmaassregeln unerreichbar gelegen hat, wie dort das Virus der Lungenentzündung. Dass aber der Scharlach auf Pilzwirkung beruht, scheint neben andern aus Dr. Eckland's (Stockholm) Untersuchungen hervorzugehen, der im Harn scharlachkranker Kinder Mikrococcen fand, welche sich in stehenden Gewässern und Pfützen bei Stockholm, deren Umwohner häufig von Scharlach befallen werden, finden. In Stockholm geht der Scharlach nie aus. Eckland führt einen Fall an, dass ein Kind, welches in eine solche Pfütze gefallen war und dessen Kleider am Ofen getrocknet wurden, in demselben Zimmer an Scharlach erkrankte [1]).

Im Trinkwasser, in welchem noch neuerdings Gaffky den Typhuskeim für die Entstehung der Typhusepidemie in Wittenberg (2. Band der Mittheilungen aus dem kaiserlichen Reichsgesundheitsamt) nachgewiesen hat, ist für die Scharlachepidemie im 1. hessischen Infanterie-Regiment Nr. 81 der Scharlachkeim nicht zu suchen. Die Kasernen haben Anschluss an die städtische Wasserleitung, deren Wasser ganz vorzüglich ist. Auch ist eine Infection durch die Verpflegung nicht wohl annehmbar, wenigstens

1) Aerztliches Intelligenzblatt 1884 Nr. 11 S. 111.

Digitized by Google

nicht von der Mannschaftsküche aus. Das Essen wird in Dampfkochkesseln bereitet; jeder etwaige Krankheitskeim, der den rohen Speisen anhaften könnte, müsste bei der Bereitung in diesen Kesseln vernichtet werden. Dann aber auch localisirt sich der Scharlach nicht, wie der Typhus im Darm, worauf für letztere Krankheit bei Besprechung der Aetiologie Gaffky besonders hinweist. Seine Localisation auf den Tonsillen, wenn ich die mit dem Scharlach stets vergesellschaftete Angina als Localisationsort dieser Krankheit annehmen darf, spricht ebenso wohl für einen Einmarsch des Scharlachgiftes durch die Einathmung als durch die Einführung von Speisen oder Getränken. Wenn ein anderer Infectionsort in den Kasernen selbst als in den Kasernenstuben gedacht werden soll, so kann man wohl nur noch an die Cantine denken. Sowohl die Cantinenwirthe als deren Angehörige verkehrten unzweifelhaft viel in der Stadt, in welcher gleichzeitig der Scharlach grassirte, als auch ein grosser Theil der Speisen und Getränke aus der Stadt in die Cantine verbracht wurde, welchen, kalt genossen, sehr wohl von dort aus der Scharlachkeim anhaften konnte, der nicht durch eine Behandlung im Dampfkochkessel zerstört wurde. Dass die Cantinenwirthe auch den Scharlachkeim in ihren Kleidern zur Kaserne tragen konnten ist nicht schwer denkbar und immerhin möglich. Jedenfalls haben sämmtliche Scharlachkranke in der Cantine verkehrt. Ich will aber bei Betrachtung der Entwickelungsmöglichkeit unserer Scharlachepidemie von dieser Seite her keineswegs die besondere Wahrscheinlichkeit der Ansteckung von den Cantinen aus für alle Fälle behauptet haben, sondern nur die unbestreitbare Möglichkeit der Entwickelung von hier aus wenigstens für einzelne Fälle der Epidemie. Das Referat über die im Münchener ärztlichen Verein von v. Kerschensteiner gehaltene Vorträge in Nr. 3 des XII. Jahrganges der deutschen militärärztlichen Zeitschrift zählt 6 Schlussfolgerungen auf, zu denen v. K. gekommen ist. Die erste war die: »Die häufigste Ansteckungsart ist bei Scharlach die unmittelbare vom Kranken selbst ausgehende.« Die 2. lautete: »Die Vertragung des Keimes dieser Krankheit durch dritte Personen geschieht nur ganz ausnahmsweise.«

Digitized by Google

Die Beobachtung der vorstehend hehandelten Endemie führt uns zu entgegengesetzten Schlussfolgerungen, sicher nicht zu den nämlichen.

Ob das Ausstäuben inficirter Kleider hier in einzelnen Fällen eine Uebertragung veranlasst hat, will ich dahingestellt sein lassen; nachgewiesen ist nichts diesbezügliches. Die Verschleppung der Krankheit durch Gegenstände, welche von den Kranken benutzt wurden, welche Art der Uebertragung v. Kerschensteiner zur unmittelbaren rechnet, ist als Ansteckungsquelle insofern auszuschliessen, als sofort nach Erkrankung der einzelnen Personen alle Gegenstände derselben in der noch zu nennenden Weise zum Zwecke der Desinfection behandelt wurden. Am meisten scheint die Ansteckung durch ein hartnäckig ungewöhnlich lange Zeit an einer Localität haftendes Contagium erfolgt zu sein (Schlussfolgerung 4 v. Kerschensteiner).

Ueber die Frage, ob die günstigsten Bedingungen für Ansteckung überhaupt im Eruptionsstadium und zur Blüthezeit oder im Stadium der Abschuppung existiren, hat unsere Epidemie keinen Aufschluss geben können.

Um einen sichern, schnellen und klaren Ueberblick über die Lage der im Jahre 1880 neuerbauten Kasernen des Regiments zu einander und in diesen der Kasernenstuben zu einander, in denen die Scharlachfälle vorgekommen sind, zu geben, füge ich dieser Arbeit zwei desfallsige Situationspläne mit Einzeichnungen der Scharlachfälle mittels Punkte und daneben die Erkrankungstage bei. Ohne weitere Combinationen hieran zu knüpfen verweise ich einfach darauf. Nur das eine möchte ich hervorheben, dass sämmtliche Souterrains aller 3 Kasernen überwölbt sind, also vom Kasernenboden aus Emmanationen nicht wohl in die Mannschaftsstuben aufgestiegen sein können. Dennoch will ich hier zu erwähnen nicht unterlassen, dass der Untergrund der Infanterie-Kasernen auf Kies und Sand früherer Flussläufe und nur mit dem Pferdestall und Offizier-Kasino auf Kalk b. 8·2 Corbiculaschicht steht. Ueber das Material der Leerböden in den Kasernenstuben honnte ich nichts Sicheres erfahren; wahrscheinlich besteht es aus Sand und Kies.

Digitized by Google

Kaserne des 1. Bataillons des 1. hessischen Infanterie-Regiments Nr. 81.

142	141	140	139 ○ 22/4. 1883	138	137	136	135	134	133				131	130	129 ○ 26/5. 1883	128	127	126	125	124	123	122	2. Stock
101	100	99	98 ○ ○ 14/1. 26/1. 1883	97	96 ○ 5/2. 1883	95	94	93	92	91	90	89	86	85 ○ 30/1. 1883	84	83	82	81	80 ○ 4/4. 1883 Kleider des Schleich	79 ○ 11/5. 1883	78	77	1. Stock
65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	Eingang		52 Revierstube	51	50	49	48	47	46	45	44	43 ○ 9/4. 1883 †	42 Büchsenmacher-Werkstätte	Parterre
Keller für Verheirathete	Kohlenkeller				Putzlocale		Ankleideraum	Baderaum	Magazin			Kartoffelkeller	Fleisch- und Gemüse-Keller	Mann-schafts-Kochküche		Mannschafts-Speisesäle				Keller für Verheirathete	Magazin	Büchsenmacher Schmiede	Souterrain

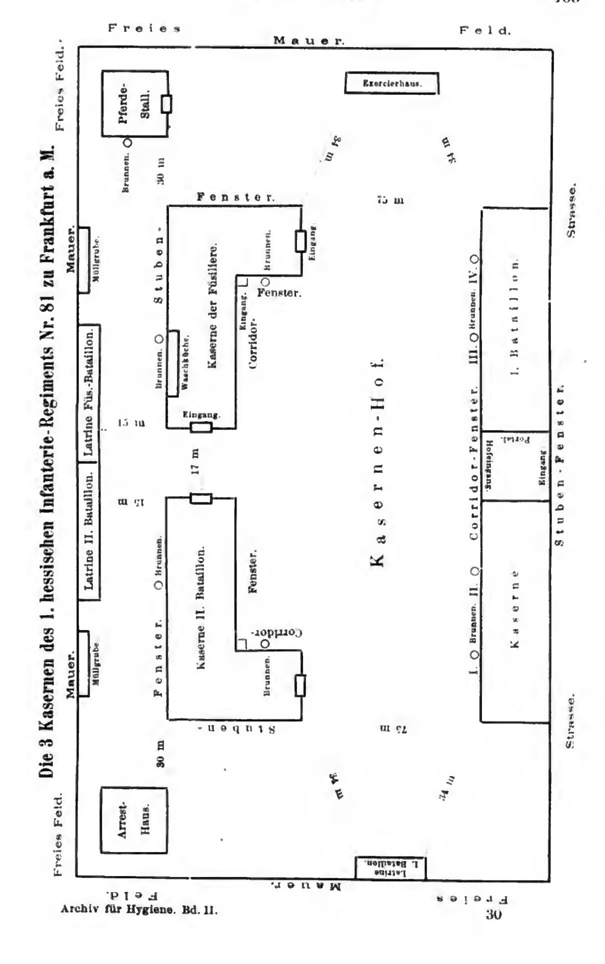
Kaserne des 2. Bataillons des 1. hessischen Infanterie-Regiments Nr. 81.

102	103 ○ 12/2. 1883	104	105	106 ○ 28/1. 1883	107	108	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	2. Stock
71	72	73	74	75	76	77	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	1. Stock
39	40	41	42 •	43	44	45 Schullocal	48	49	50	51	52 ○ 17/3. 1883	53	54	55	56	57	58	Parterre
Kohlenkeller				Putzlocale		Baderaum	Ankleideraum	Cantine	Cantinen-Küche	Unteroffiziers-Speisezimmer	Mannschafts-Speisesäle				Mannschafts-Kochküche		Fleisch- und Gemüse-Keller	Souterrain

Digitized by Google

Kaserne des Füsilier-Bataillons des 1. hessischen Infanterie-Regiments Nr. 81.

121	120	119	118	117	116	115	114	113	112 ○ 10/2. 1883	111	108	107	106	105	104 ○ 10/5. 1883	103	102	1. Stock
90	89	88	87	86	85	84 ○ 23/3. 1883	83	82	81	80	77	76	75	74	73	72	71	2. Stock
58	57	56 ○ ○ 15/2. 1883	55	54	53	52 ○ ○ 15/2. 6/3. 1883	51	50	49 ○ ○ 2/4. 17/4. 1883	48	45 Unteroffiziers-Speisesaal	44 Unteroffiziers-stube	43	42	41	40	39	Parterre
Mannschafts-küche		Mannschafts-Speisesäle				Unteroffiziers-Speisesaal		Cantinenküche	Cantine	Ankleidezimmer	Badezimmer	Putzlocal	Putzlocal	Kohlenkeller				Souterrain



Die 3 Kasernen des 1. hessischen Infanterie-Regiments Nr. 81 zu Frankfurt a. M.

Namentliches Verzeichnis

der vom 1. hessischen Infanterie-Regiment Nr. 81 an Scharlach erkrankten Mannschaften vom 14/1. 83 bis ultimo Mai 1883.

Lfde Nr.	Comp.	Charge	Namen	Stuben-Nr. u. Kasernen	Zugang	Bemerkungen
1	4	Rekrut	Otto II	98 Kas. I	14/1. 83	Kommt am 26/12. 82 von Urlaub aus der Heimath
2	4	Rekrut	Dietz	98 » I	26/1. »	
3	5	Sergeant	Ködding	106 » II	28/1. »	
4	1	Musketier	Wittekind	85 » I	30/1. »	
5	4	Rekrut	Nicolaus	96 » I	5/2. »	
6	12	Rekrut	Claus	112 » III	10/2. »	
7	5	Rekrut	Demmer	103 » II	12/2. »	
8	9	Hornist	Mathis	56 » III	15/2. »	
9	9	Füsilier	Braun	56 » III	15/2. »	
10	9	Füsilier	Haas	52 » III	15/2. »	
11	9	Rekrut	Kürtell	52 » III	6/3. »	
12	8	Gefreiter	Schneider I	52 » II	17/3. »	
13	10	Füsilier	Nied	84 » III	23/3. »	
14	9	Rekrut	Frischmann	49 » III	2/4. »	
15	3	Einj.-Freiw.	Schleich	80 » I	4/4. »	
16	3	Rekrut	Geck	43 » I	9/4. »	Gestorben
17	10	Füsilier	Lagneau	49 » III	17/4. »	
18	4	Musketier	Roth II	139 » I	22/4. »	
19	1	Port.-Fähnr.	v. Bülow	158 » I	10/5. »	Ist nicht auf dem Plan verzeichnet
20	11	Rekrut	Schlag	104 » III	10/5. »	
21	3	Musketier	Wertheimer	79 » I	11/5. »	
22	12	Lieutenant	v. Helmold	38 » III	16/5. »	Ist nicht auf dem Plan verzeichnet
23	1	Musketier	Rabuske	129 » I	26/5. »	

In der Civilbevölkerung angemeldete Scharlachfälle:

Am 1/1. 83 . . . . . 7 Fälle
» 8/1. » . . . . . 8 »
» 14/1. » . . . . . 5 »
» 22/1. » . . . . . 12 »
» 28/1. » . . . . . 2 »
» 4/2. » . . . . . 12 »
» 11/2. » . . . . . 16 »
» 18/2. » . . . . . 9 »
» 25/2. » . . . . . 7 »
» 11/3. » . . . . . 8 »
» 18/3. » . . . . . 8 »

Am 25/3. 83 . . . . . 10 Fälle
» 2/4. » . . . . . 4 »
» 9/4. » . . . . . 4 »
» 16/4. » . . . . . 12 »
» 23/4. » . . . . . 13 »
» 30/4. » . . . . . 10 »
» 7/5. » . . . . . 13 »
» 11/5. » . . . . . 23 »
» 21/5. » . . . . . 10 »
» 28/5. » . . . . . 12 »

Digitized by Google

Bezüglich der Desinfectionsmaassregeln muss ich mich auf meine am 12. Februar 1883 den ersten Dekaden-Rapport begleitenden Bericht an meine vorgesetzte Behörde berufen, nach welchem sofort nach Auftreten eines jeden Falles im Regiment die Bekleidungsstücke der erkrankten Soldaten isolirt gewaschen, bezw. im Desinfectionsapparat des Lazareths durch heisse Dämpfe desinficirt, Betten und Schränke ausserhalb der Stuben im Freien abgeseift, letztere auch noch angefeuchtet und mittels schwefliger Säure reichlich durchräuchert und das Bettzeug gewaschen wurden. Die Stubenböden und Lamperien der Stuben, von denen Scharlachkranke dem Lazareth zugingen, wurden mit feuchtem Sand bzw. mit Seife und Bürsten gereinigt, und die Stuben in Abwesenheit der Bewohner sehr reichlich durch Aufsperren von Thüren und Fenstern gegen einander gelüftet. Von einer vorübergehenden Räumung der betreffenden Reviere und von andern Desinfectionsmaassregeln ist Abstand genommen worden.

Eine dieser Verhandlung beiliegende Krankenliste der im Verlaufe des ganzen Jahres 1883 an Scharlach dem Lazareth zugegangenen Soldaten des 1. hessischen Infanterie-Regiments Nr. 81 enthält die Namen, Stuben, Compagnien und Erkrankungstage. Ferner lege ich eine von dem mir befreundeten hiesigen Kreisphysicus Dr. Wilbrandt auf meinen Wunsch mir bereitwilligst übermittelte Liste über die Zahl der angemeldeten Scharlachfälle in der Civilbevölkerung während des Bestehens der Epidemie im 81. Regiment hier bei. In meinen angelegten Scharlachacten habe ich noch einen Brief des hiesigen Kreisphysicus Dr. Kloos, in welchem er eine von mir desfalls gestellte Frage dahin beantwortet, dass besondere Verbreitungsheerde in der Stadt nicht constatirt seien.

Was die Behandlung der Scharlachfälle anbelangt, so bestand dieselbe in der Hauptsache in folgendem: Auf den Kopf und in den meisten Fällen auf die Halsseiten wurden Eisbeutel applicirt. In späteren Zeiten wurde der Hals nach der Methode von Priesnitz eingewickelt. Stieg das Fieber über 39,5° C., so wurden Einwickelungen mit in kaltem Wasser ausgerungenen Leintüchern vorgenommen, in welchem von den Achselhöhlen

Digitized by Google

bis zu den Knöcheln eingeschlagen die Kranken zwischen 10 Minuten und 2 Stunden liegen blieben, je nach Lage des Falles. Eisstückchen innerlich recht häufig gegeben, thaten den Kranken sehr wohl. Wenn die Kranken bei Besinnung waren gurgelten sie mit Kali chlorium, in einzelnen Fällen mit 3proc. Carbolsäurelösung. Bepinselung der zerfallenen Tonsillen mit 5proc. Carbolsäurelösung kann ich gleichfalls wie die Gurgelung mit der 3proc. empfehlen. Ein Bedenken, die genannten Lösungen seien zu concentrirt zu den genannten Zwecken, ist nach meinen Erfahrungen unbegründet. Die zerklüfteten Tonsillen reinigen sich hierdurch recht gut. Innerlich wurde mehrfach Chinin in Dosen von 0,5 bis 1,0 g gegeben. Im übrigen war die Behandlung eine symptomatische von Fall zu Fall, und nicht nach der Schablone. Bei einem einzigen Fall (von Helmolt) trat als consecutive Krankheit eine langwierige, schwere Nierenentzündung ein; der ehemalige Patient ist heute im Frontdienst. Die Behandlungsdauer betrug für alle Fälle zusammen 672 Tage, also für den einzelnen im Durchschnitt 29,2 Tage. Die längste Behandlungsdauer betrug 51 Tage (Complication mit Lungenentzündung). Von den 23 Fällen wurden 22 geheilt, einer starb am 3. Krankheitstage (Musketier Geck). Das 1. und Füsilier-Bataillon des 81. Regiments hatten je 10, das 2. Bataillon 3 Scharlachfälle. Von den Erkrankten waren 8 Rekruten und 15 alte Mannschaften.

Während der Endemie unter den Soldaten erkrankten 4 Kinder von Unteroffizieren in den Kasernen an Scharlach, und zwar wohnten davon in der Kaserne des 1. Bataillons 1, in der des 2. Bataillons 2, des Füsilier-Bataillons 1 Kind. Das in der Kaserne des 1. Bataillons erkrankte Kind lag in Stube 125, welche im Dachstock gelegen und von den Mannschaftsstuben durch eine Treppe getrennt ist. Eines der in der Kaserne des 2. Bataillons erkrankten Kinder lag gleichfalls im Dachstock in Stube 126 dieser Kaserne, welche gleichfalls wie in der Kaserne I durch eine Treppe von den Mannschaftsstuben getrennt ist. Zudem ist der Vater des einen Kindes Regimentsschreiber, der des andern Hautboist, Mitglied der Regimentskapelle. Beide Väter hatten mit den Musketiren der Front kaum Berührung. Ein Kind des Feldwebels Weise der 8. Com-

Digitized by Google

pagnie lag in Stube 61 im Parterre der Kaserne II, 15 m von den Mannschaftsstuben entfernt. Die nächstgelegenen waren die Stuben von 48—58. Von den Musketieren der 8. Compagnie erkrankte in dieser Epidemie nur einer, der Gefreite Schneider, am 17/3. auf Stube 52 im 3. Stock, das Kind Weise aber am 18/2. Am 3/3. wurde er als gesund erachtet und ein dementsprechender Vermerk in der desfallsigen Liste gemacht. Sofern man die Ansteckung erst vom Tage der Entlassung aus der ärztlichen Behandlung seitens des Kindes Weise auf den Gefreiten Schneider annehmen wollte, welche übrigens in keine Berührung gekommen sind, so würde die Incubation für p. Weise immerhin noch 14 Tage betragen haben. Das 4. Kind, des Vice-Feldwebels Schmidt der 10. Compagnie, erkrankte am 26/2. 83 bis 10/3. 83 auf Stube 123 der Kaserne III, welche im 2. Stock 12 m von den Mannschaftsstuben entfernt liegt. Die nächstgelegenen sind die Stuben 111—121. Von der 10. Compagnie erkrankten nur 2 Füsiliere, der erste am 23/3., der zweite am 17/4. 83. Auch hier spricht die Zwischenzeit von mindestens 13 Tagen zwischen Heilung des Kindes und Erkrankung des ersten Füsiliers gegen die Ansteckung vom Kinde Schmidt aus. Auf Stube 112 erkrankte am 10/2. 83 der Füsilier Claus. Sofern das Kind Schmidt von diesem aus scharlachkrank geworden wäre, müsste die Incubation 16 Tage gedauert haben, da der Mann erst am 15/3. 83 aus dem Lazareth gekommen ist, also die Ansteckung vor seinem Eintritt in dasselbe hätte erfolgt sein müssen.

Die Stube 158, auf der Fähnrich von Bülow erkrankte, liegt im Dachstock der Kaserne II und ist von den Mannschaftsstuben durch eine Treppe getrennt.

Stube 38 der Kaserne I, auf der Lieutenant von Helmolt am 16/5. 83 erkrankte, liegt im 1. Stock und 15 m von den Mannschaftsstuben entfernt. Die nächstgelegenen sind die Stuben von 42 bis 50. Geck erkrankte am 9/4. 83 auf Stube 43. Wie wenig auch hier wieder eine Ansteckung von Mann zu Mann anzunehmen ist, zeigen die Daten.

Die auf den Plänen der Kasernen fehlenden Stubennummern sind Offiziers-, Unteroffiziers- und Bureaustuben, ferner Schulzimmer

Digitized by Google

und dergl. und liegen in den Seitenflügeln ihrer Kaserne II und III. Kaserne I hat keine Seitenflügel. Soweit Scharlach auf einer dieser Stuben vorgekommen ist, habe ich dessen soeben Erwähnung gethan. Ich glaube nicht, dass eine Ansteckung von denselben aus auf die Soldaten ihrer Bataillone stattgefunden hat.

Am Schlusse der Besprechung der Scharlachepidemie möchte ich noch auf Grund der hier gemachten Beobachtungen die Frage aufwerfen: Wie hat man sich den Scharlachkeim bezüglich der von seiner Massenhaftigkeit oder seiner Giftigkeit abhängenden Ansteckungsfähigkeit zu denken?

Sollte die Giftigkeit des Keimes, bedingt durch seine eventuell sehr häufig erfolgte natürliche Umzüchtung, worüber wir selbstverständlich hier absolut nichts wissen eine geringe gewesen sein, trotz dessen er von den befallenen Soldaten massenhaft eingeathmet oder gegessen oder getrunken wurde, so wäre weiter zu folgern, dass die gesund Gebliebenen auch massenhaft Scharlachkeime in ihren Kasernen zu sich genommen hätten, dieselben aber vermöge ihrer Körperbeschaffenheit in ihrer Wirkung nicht hätten aufkommen lassen. Man wäre dann nach altem Brauch verpflichtet zu sagen: der Charakter der Epidemie war ein guter; die Krankeitsfälle verliefen meistens in Genesung und waren nicht viele im Verhältnisse zu der Zahl der Kaserneninsassen. Sollte aber in einem mathematisch präcisirt gedachten Luftcubus beliebiger Dicke die Zahl der in ihrer Einzelnheit immerhin recht giftig gedachten Scharlachkeime zu gering gedacht werden, um viele Kaserneninsassen krank machen zu können, indem ein bestimmtes Quantum davon in einen menschlichen Organismus aufgenommen werden muss, um ihn scharlachkrank werden zu lassen, so wäre die Verbreitung der Endemie in den Kasernen des 81. Regiments in der Weise zu denken, dass nur die wenig Erkrankten die zur Ansteckung nothwendige Zahl der Scharlachkeime in sich aufgenommen haben, dass für die gesund Gebliebenen aber nicht mehr die zur Erkrankung nothwendige Menge in dem Luftcubus der Kasernenstuben enthalten war, um von dort aus eingeathmet oder in Speisen oder Getränken geweht, mit diesen gegessen oder getrunken zu werden.

Digitized by Google

In dieser letzteren Annahme, von welcher bei Anordnung der getroffenen Desinfectionsmaassregeln diesseits ausgegangen wurde, dürften dieselben entschiedenen Erfolg bezüglich der Einengung der Endemie in enge Grenzen gehabt haben und für ähnliche Situationen in ähnlicher oder verbesserter Art der Anwendung zu empfehlen sein.

Catarrhalische Gelbsucht.

II.

Unter dieser Diagnose waren am 1. April 1883 im Bestande der inneren Station des Garnisonlazareths zu Bockenheim-Frankfurt a. M. 8 Fälle, von denen 7 dem Füsilier-Bataillon und 1 dem 2. Bataillon 81. Regiments angehörten. Im Laufe des Rapportjahres 1883/84 gingen ihr ferner bis zum 1. April 1884 noch 11 Fälle zu. Davon entfallen auf den ersten Monat des Rapportjahres 3 Fälle, sämmtlich 81. Füsiliere. Im Mai, sodann im Juni und ebenso im August gingen je ein Musketier des 2. Bataillons desselben Regiments der Station zu. Bis zum Januar 1884 kam kein Fall mehr in Behandlung, mit Ausnahme eines Passanten vom 117. Regiment, welcher vom Manöverterrain aus zukam.

Im Januar 1884 kamen nun wieder 3 Füsiliere und im März 1884 zwei Musketiere des 2. Bataillons und einer des 1. Bataillons zu, Im Februar wurde keine Gelbsucht auf der Station aufgenommen.

Bei Betrachtung dieser Zahlen sieht man auf den ersten Blick, dass eine auffallende Differenz zwischen Bestand und Zugang vorhanden ist. Auf die Frage, woher dieselbe stammt, muss ich darauf hinweisen, dass im Februar 1883 der Station 22 Fälle und im März sogar 23 Fälle von catarrhalischer Gelbsucht zugegangen waren, welche bis auf 2 Fälle, die dem 2. Bataillon 81. Regiments angehörten, und von denen einer auf den Februar und der zweite auf den März fällt, sämmtlich, also 45 auf das Füsilier-Bataillon 81. Regiments fallen. Ausser diesen hat dieses Bataillon auch noch 5 Gelbsuchtsfälle nur in Revierbehandlung

Digitized by Google

gehabt, von denen aber keiner mehr als 4 und alle zusammen durchschnittlich 1,7 Behandlungstage gehabt haben. Selbstverständlich ist er hiernach keine Frage mehr, dass wir in den 8 Fällen, welche im Bestande der Station angetroffen waren und in den 3 Fällen, welche im April 1883 vom selben Bataillon noch der Station zugingen, die Ausläufer einer Endemie innerhalb dieses Bataillons zu sehen haben. Ob die 3 Fälle, welche im Mai, Juni und August vom 2. Bataillon 81. Regiments der Station zugingen, gleichfalls als endemische Fälle anzusehen sind, ist mindestens zweifelhaft und nicht wahrscheinlich, wiewohl davon Notiz zu nehmen ist, dass während der Blüthe der Endemie im Füsilier-Bataillon das 2. Bataillon sich auch mit 2 Fällen an derselben betheiligte, die doch mindestens unter dem Genius epidemicus, wenn mir dieser Ausdruck heutzutage noch und hier erlaubt ist, welcher im Füsilier-Bataillon geherrscht hat, entstanden sein können.

Welcher Art aber wird derselbe gewesen sein, was hat die Endemie veranlasst? Diese Frage ist sowohl während der Endemie als kurz nach derselben, sowohl von den Aerzten als von dem Regimentscommando und den Offizieren des 81. Regiments, mehrfach aufgeworfen und mehrfach lebhaft discutirt worden. Heute bedarf sie erst recht wieder der Besprechung, nachdem man glaubte die Ursache der Endemie im Februar 1883 aufgefunden zu haben, wenn man einen Blick auf den beiliegenden Situationsplan der 3 Kasernen des 81. Regiments bzw. der des Füsilier-Bataillons dieses Regiments wirft, den ich zum Zwecke der Bearbeitung derselben mit Einzeichnungen versehen habe. In der 3. Dekade des Februar nämlich hatte der Bataillonsarzt genannten Regiments nach eingehenden Recherchen nach der Verpflegungsseite hin, wo die Ursache nach den bis jetzt herrschenden Ansichten über die Entstehung der Gelbsucht gesucht wurde, gefunden, dass der Boden der in der Vorrathskammer neben der Küche des Füsilier-Bataillons stehenden Erbsenkiste, welche 2 Hektoliter Erbsen enhielt, faul war, dass zahlreiche Schimmelpilze den inneren Wandungen der Kiste anhafteten und, dass die in dieser Kiste lagernden Erbsen modrig

Digitized by Google

waren. Der Kistenboden war augenscheinlich dadurch verfault, dass er ohne Unterlage in einer Wasserpfütze stand, welche auf einen Bruch des Wasserleitungsrohres im Corridor zurückzuführen war. Die Kiste stand nämlich an der tiefstgelegenen Stelle der Vorrathskammer, das Wasser war aus dem geborstenen Rohre unter der Thürspalte durch in die Vorrathskammer und unter die Kiste geflossen und der Beobachtung entgangen. Gleichzeitig erwies sich, dass das Füsilier-Bataillon 81. Regiments entschieden weniger Fett und weit mehr und viel öfter hintereinander Hülsenfrüchte bei der Verpflegung seiner Leute verabreicht hatte, als die beiden andern Bataillone, von denen das erste am rationellsten verpflegt worden war.

Das Raisonnement lautete nun so: Wir haben eine Darmmykose vor uns. Die Dauersporen der Schimmelpilze, welche voraussichtlich den Erbsen anhafteten, sind nicht alle durch das Kochen zerstört worden. Sie sind also zum Theil noch keimfähig in den Verdauungskanal der damit Verpflegten eingewandert, dort zur Reife gekommen und haben alsdann einen Gastroduodenal-Catarrh veranlasst, der sich auf die Gallenabflusswege fortpflanzte, die Schleimhaut dieser zum Aufquellen brachte und in dieser Weise einen sog. Stauungsicterus hervorbrachte. Das klinische Bild der Fälle dieser Endemie widerspricht im allgemeinen auch dieser Auffassung eines Stauungsicterus nicht. Die Klagen der Kranken waren hauptsächlich die, dass sie appetitlos waren, sich übel fühlten, das Gefühl von Druck und Vollsein in der Magengrube und Diarrhöen hätten. Dabei waren die Zunge belegt, Haut und Schleimhäute gelb, der Koth entfärbt, thonartig und der Urin braungelb, die Leberdämpfung vielfach vergrössert. Kopfschmerz und gestörter Schlaf wurden neben normalen zum Theil subnormalen Temperaturen und langsamer Pulsfrequenz verzeichnet. Mit dem Eintritt der braungefärbten Stühle schwanden die subjectiven Erscheinungen sehr schnell. Die Resorption des im Harn nachgewiesenen Gallenfarbstoffes vollzog sich dann von Tag zu Tag mehr. Die durchschnittliche Behandlungsdauer bis zur vollständigen Heilung betrug für die Monate: Februar 1883 rot. 14 Tage, März rot. 8 Tage.

Digitized by Google

Nicht zu vergessen ist aber hierbei, dass auch der unter Nr. 96 besprochene Fall Bass, der am 16/3. 83 der Station zuging und unter dem Bilde einer schweren Infektion am 7/4. 83 an acuter gelber Leberatrophie starb, hier nochmals mit zu betrachten ist. Bei Betrachtung der im vorhin genannten Plane gemachten Einzeichnungen der Gelbsuchtsfälle fiel nun entschieden die hierdurch gebildete Figur auf. Die über einander gelegenen Stuben 43, 44, 45, 48, 74, 75, 76, 106 und 107, waren auffälligerweise frei geblieben. Die übrigen freigebliebenen Stuben bildeten keine so charakteristische Figur, wenn auch dieselbe wenigstens für die Stuben 87, 88, 89, 115, 116 und 117 immerhin nicht ganz zu übersehen war. Bei Betrachtung dieser Figur unter gleichzeitigem Hinblicke auf die cumulativ befallenen Stuben 39, 40, 41, 72, 73, 103, 105, sodann die Stuben 55, 58, 82, 83, 86 musste der Gedanke Raum gewinnen, die einen Kasernenstuben wären besonders, die andern wenig oder gar nicht dazu disponirt, die Entstehung oder die Entwickelung der vorliegenden Endemie hervorzubringen oder zu begünstigen, zumal doch nicht wohl zugegeben werden konnte, dass das Kochen der Erbsen im Dampfkochkessel noch keimfähige Dauersporen übrig gelassen hätte. Ich setzte dabei voraus, die freigebliebenen Stuben wären nämlich ebenso stark belegt gewesen, wie die cumulativ befallenen, was mir auf auf meine desfallsigen Fragen seinerzeit gemeldet worden war, und es wäre das Procentverhältnis zwischen alten Mannschaften und Rekruten, welche letzteren ausnahmslos ihr Contingent zu den Krankheitsfällen lieferten, während von alten Mannschaften des Füsilier-Bataillons nicht einer erkrankte, das gleiche in Bezug auf die Belegung der freigebliebenen und befallenen Stuben gewesen. Merkwürdig war dann die Figur unzweifelhaft. Recherchen auf Grund einer daraufhin angestellten Besprechung mit dem Bataillonsarzte des Füsilier-Bataillons 81. Regiments schienen anfangs das gerade Gegentheil zu Tage zu fördern; nach denselben wären alle von Gelbsucht freigebliebenen Stuben entweder gar nicht oder nur in verschwindend kleiner Zahl mit Rekruten belegt gewesen. Infolge dessen entstand eine dienstliche Correspondenz mit dem Commando des Füsilier-Bataillons,

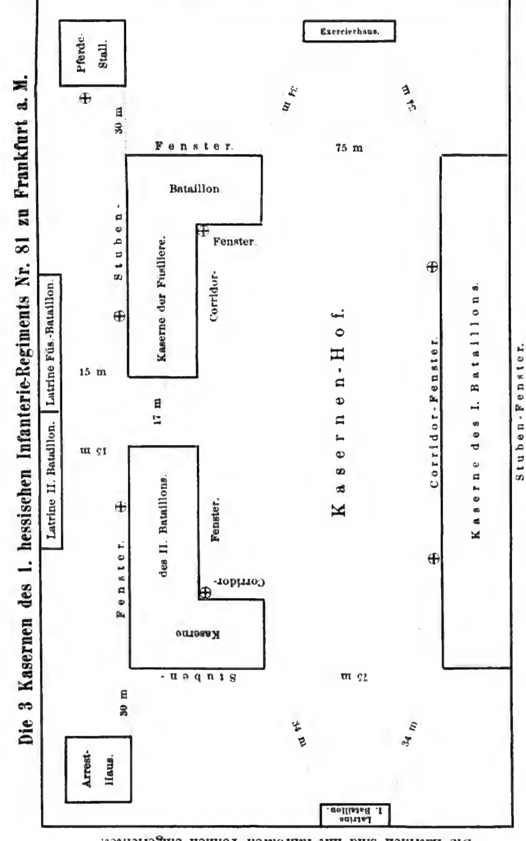
Digitized by Google

deren Resultat nunmehr den Einzeichnungen der Krankheitsfälle und den Angaben über die Belegung der Stuben zur Zeit der Endemie mit Rekruten und alten Mannschaften zu Grunde liegt. Die Punkte auf dem anliegenden Situationsplan bedeuten die Krankheitsfälle, die Zahlen hinter denen ein R steht die Zahl der Rekruten, und die hinter denen ein A steht die Zahl der alten Leute, welche zur Zeit der Endemie in den Kasernenstuben untergebracht waren. In die Stuben, die zu andern Zwecken dienten, ist das auf dem Plane eingezeichnet. Das scheinbar charakteristische der Figur ist bei Betrachtung des Planes nun allerdings erheblich beeinträchtigt worden. Ich hätte somit ganz von der Erwähnung desselben Abstand nehmen können, wenn ich nicht dabei hätte zur Anschauung bringen wollen, wie leicht es vorkommen kann, nachträglich irrige Erhebungen bezüglich der Entstehungsursachen einer Endemie zu machen. Darum ist es meiner Ueberzeugung nach nothwendig, dass bei der Aufnahme eines jeden Kranken in das Lazareth nicht allein dessen Nationale in seinen Hauptpunkten, sondern auch die Kasernen und Stubennummern und die Belegung der Stuben, aus denen die Kranken zugehen, durch alte Leute und Rekruten neben dem Erkrankungstage in die Stationsbücher oder in die Journalblätter eingetragen wird, wenigstens bei allen inneren Erkrankungen. Es .kann doch recht wichtig, ja event. unerlässlich zur Beurtheilung der Aetiologie einer Endemie sein. Wenn diese Angaben mehrfach überflüssig sind, so schadet das ja nichts. Spätere Erhebungen stossen auf manche nicht unbedenkliche Schwierigkeiten. Entschieden im hohen Grade merkwürdig ist und bleibt aber der eben erwähnte Umstand, dass nur Rekruten und kein Mann des 2. oder 3. Dienstjahres erkrankten. Warum ist das der Fall? Ich vermag es nicht zu sagen. Warum erkrankten ferner die Rekruten auf den von Gelbsucht freigebliebenen Stuben nicht, wenn diese Species von Leuten deshalb allein erkrankte, weil sie noch nicht, wie man sagt, so an die Soldatenkost gewöhnt waren, wie die alten Mannschaften. Ist man überhaupt berechtigt das zu sagen, nachdem die Leute bereits vom 8. November 1882 bis 1. Februar 1883, also fast 3 Monate lang, die Soldaten-

Digitized by Google

121 7 R 3 A	120 ⊕⊕ 7 R 3 A	119 1 R 9 A	118 ⊕ 9 R 1 A	117 10 A	116 2 R 8 A	115 10 A	114 + 7 R 3 A	113 ⊕ 8 R 2 A	112 3 R 7 A	111 + 1 R 9 A	108 ⊕⊕ 3 R 11 A	107 Unteroffiziersstube	106 Revier-Krankenstube	105 ⊕⊕ 3 R 7 A	104 1 R 9 A	103 ⊕⊕⊕ 5 R 5 A	102 1 R 9 A	2. Stock 13 Fälle Gelbsucht
90 + 2 R 8 A	89 7 R 3 A	88 4 R 6 A	87 2 R 8 A	86 +⊕+ 6 R 4 A	85 1 R 9 A	84 10 A	83 ⊕⊕ 4 R 6 A	82 ⊕⊕⊕ 4 R 6 A	81 3 R 7 A	80 + 4 R 6 A	77 ⊕⊕ 6 R 7 A	76 3 A	75 2 R 8 A	74 7 R 3 A	73 ⊕⊕ 2 R 8 A	72 ⊕⊕ 4 R 6 A	71 4 R 6 A	1. Stock 16 Fälle Gelbsucht
58 ⊕⊕+ 7 R 3 A	57 + 6 R 4 A	56 3 R 7 A	55 ⊕⊕⊕ ⊕⊕ 6 R 4 A	54 1 Bett unbelegt 3 R 6 A	53 ⊕ 2 Betten unbelegt 4 R 4 A	52 ⊕ 2 R 8 A	51 ++ 3 R 7 A	50 + 4 R 6 A	49 3 R 7 A	48 1 R 9 A	45 Unteroffiziers-Speisesaal	44 Unteroffiziersstube	43 4 R 6 A	42 ⊕ 6 R 4 A	41 ⊕⊕⊕ 7 R 3 A	40 ⊕⊕⊕ 3 R 7 A	39 ⊕⊕ 3 R 7 A	Parterre 23 Fälle Gelbsucht
Mannschafts-Küche		Mannschafts-Speisesäle				Unteroffizier-Speisesaal		Cantinenküche	Cantine	Ankleideraum	Badezimmer	Putzlocal	Putzlocal	Kohlenkeller				Souterrain

Das verbrauchte Nutz- und Tagwasser fliesst in das städtische Kanalsystem.



kost genossen hatten, ohne an Gelbsucht zu erkranken. Könnte man nicht ebenso sehr daran denken dürfen, dass die von Fawel in Bulletin de l'academie de medicin, Paris 1883 Nr. 15, zur Sprache gebrachten und allseitig auch ausserhalb der Pariser Akademie als richtig anerkannten Beobachtungen hier in Erwägung zu ziehen seien, dass innerhalb einer grossstädtischen eingeborenen Bevölkerung die Disposition zum Typhus durchschnittlich und im allgemeinen nicht sehr bedeutend ist, theils weil die Bedingungen, unter denen eine dichtgedrängte Bevölkerung in der Regel lebt, eine Art von »Gewöhnung«, wie Fawel es nennt, bereiten. Der Stoff, der die Gelbsucht hervorruft, mag er nun eingeathmet oder durch den Schlund in die Kranken eingewandert sein, hat annähernd dieselbe locale Anfangsentwickelung wie der Stoff, welcher die Typhoide hervorruft, nämlich den Dünndarm, und will ich deshalb, an Gaffky's Typhusarbeit denkend eines Umstandes Erwähnung zu thun nicht vergessen, der möglicherweise eine besondere Beachtung verdient. Am 21. Februar 1883 beantragte der Bataillonsarzt bei seinem Bataillonscommando das Schliessen eines vor der Füsilier-Kaserne gelegenen Brunnens (die Lage desselben ist auf dem Situationsplan ersichtlich), weil nachgewiesenermaassen die 81. Füsiliere ihr Trinkwasser für die Nacht dort zu entnehmen pflegten, da um die damalige Zeit abends gegen 7 Uhr die Wasserleitung der Kaserne abgestellt wurde. Der Brunnen hatte bei früheren Untersuchungen mehrfach, wenn auch nicht gerade schlechtes, so doch auch nicht tadelfreies Wasser ergeben, soll zeitweise unreines und nicht schwefelfreies Wasser enthalten haben, welch letzterer Umstand durch seine, wie angenommen wurde, zeitweilige unterirdische Communication mit dem stark schwefelhaltigen sog. Grindbrunnen, welcher unweit der Kaserne liegt, hervorgerufen sein sollte. Das Wasser wurde zwar diesmal nicht mehr chemisch untersucht, der Brunnen aber am 22. Februar geschlossen. Eine spätere Untersuchung desselben ergab folgendes Resultat:

Digitized by Google

Brunnen an der Waschküche der Kaserne III des Füsilier-Bataillons des 1. hessischen Infanterie-Regiments Nr. 81:

1. Organische Substanz: 2,5 Theile in 100000 Theile Wasser.
2. Salpetersäure: Sehr geringe Spuren.
3. Salpetrige Säure: Nichts.
4. Ammoniak: Nichts.
5. Chlor: 3,55 Theile in 100000 Theile Wasser.
6. Gesammthärte: 40 französische Härtegrade.

Gutes Trinkwasser enthält noch:

1. Organische Substanz: bis 5 Theile auf 100000 Theile Wasser.
2. Salpetersäure: bis 0,4 Theile auf 100000 Theile Wasser.
3. Salpetrige Säure: Nichts.
4. Ammoniak: Nichts.
5. Chlor: 0,8 bis 1,0 Theile auf 100000 Theile Wasser.
6. Gesammthärte: 36 französische Härtegrade.

Der Brunnen am mittleren Eingange der Kaserne III:

1. Organische Substanz: 1,7 Theile auf 100000 Theile Wasser.
2. Salpetersäure: Geringe Spuren.
3. Salpetrige Säure: Nichts.
4. Ammoniak: Nichts.
5. Chlor: 4,6 Theile auf 100000 Theile Wasser.
6. Gesammthärte: 40 französische Härtegrade.

Der erstere Brunnen wurde geschlossen.

Wollte man annehmen, dass wirklich hierdurch ein Einfluss auf die Endemie ausgeübt worden ist, was bei Ermangelung jedes andern Anhaltspunktes nicht schlechtweg als undenkbar aufzufassen ist, so wäre ein Blick auf die beiliegende namentliche Liste der Gelbsuchtkranken in den Monaten Februar und März 1883 unter Angabe des Tages ihrer Erkrankung und Heilung sicher erst recht der Mühe werth. Eventuell könnte dann der eine oder andere sogar versucht sein, sich eine Meinung über die Incubationszeit des Gelbsuchtsinfectionsstoffes zu bilden, was ich indess für meine Person nicht möchte. Sicherlich kommen in der Höhe der Disposition der Menschen oder in der Vervielfältigung oder in der Zugänglichkeit des specifischen Stoffes auch für die Gelbsucht bedeutende zeitliche Unterschiede zur Geltung, wie uns die bis jetzt gut beobachtete Gelbsucht En- oder Epidemien zeigen. Die Betrachtung fernerer Gelbsuchtepidemien, auch von dem hier

Digitized by Google

angeregten Standpunkte aus halte ich nicht für unwichtig. Am Schluss glaube ich noch darauf hinweisen zu sollen, dass die Gelbsuchtendemie mit der Scharlachepidemie beim 81. Regiment gleichzeitig verlief, wie aus der desfallsigen Abhandlung ersichtlich ist.

In der Annahme, dass der zu geringe Fettgehalt der Mittagskost die zu häufige Wiederholung der Verabreichung von Hülsenfrüchten, auch noch besonders den beiden andern Bataillonen des Regiments 81 gegenüber, welche, wiederum besonders das erste, reichlicher Fett und weniger Hülsenfrüchte pro Woche erhielten und die mulsterig riechenden Erbsen die Ursache der Erkrankungen bildeten, wurden von der 3. Dekade des Februar ab mehr Fett, weniger Hülsenfrüchte und keine mulsterig riechenden Erbsen mehr im Füsilier-Bataillon ausgegeben. Die morsche Erbsenkiste wurde durch eine neue ersetzt und diese auf eine Unterlage gestellt. Andere Desinfectionsmaassregeln wurden nicht vorgenommen.

Die Behandlung der Kranken bestand in der Hauptsache in Verabreichung von Karlsbader Salz und Ausschluss jeden Fettes, aus der längere Zeit restringirten Diät bis zur wiedereingetretenen Färbung des Stuhls. Rohes gehacktes Beefsteak mit 1 proc. Salzsäure übergossen leitete die Fleischkost wieder ein. Wein und Cognac wurden reichlich verabreicht. Aetherische Oele wurden nicht gegeben. Die Lebermassage wurde nur in zwei Fällen angewendet. Im Uebrigen war die Behandlung eine symptomische.

Namentliches Verzeichnis

der an Gelbsucht erkrankten Soldaten beim Füsilier-Bataillon des 1. hessischen Infanterie-Regiments Nr. 81 seit 1. Februar 1883 bis ultimo März 1883.

Laufende Nr.	Compagnie	Charge	Namen	Nr. der Stuben	Behandelt im Revier von	Behandelt im Revier bis	Behandelt im Lazareth von	Behandelt im Lazareth bis	Bleiben Bestand	Behandlungstage Rev.	Behandlungstage Laz.
R. 1	10	Füsilier	Hübner	82	—	—	1/2.	3/3.	—	—	30
R. 2	9	›	Krischer	52	22/3.	24/3.	8/2.	22/3.	—	1	42
R. 3	12	›	Kahler	113	—	—	11/2.	28/2.	—	—	17
									Latus	1	89

Digitized by Google

Laufende Nr.	Compagnie	Charge	Namen	Nr. der Stuben	Behandelt im Revier von	Behandelt im Revier bis	Behandelt im Lazareth von	Behandelt im Lazareth bis	Bleiben Bestand	Behandlungstage Rev.	Behandlungstage Laz.
								Uebertrag		1	89
R. 4	11	Füsilier	Reith	41	—	—	13/2.	22/2.	—	—	9
R. 5	9	»	Krick II	52	—	—	13/2.	20/2.	—	—	7
R. 6	12	»	Lang II	118	—	—	16/2.	21/2.	—	—	5
R. 7	12	»	Schäfer I	119	—	—	17/2.	24/2.	—	—	7
R. 8	10	»	Hofmann	82	—	—	17/2.	3/3.	—	—	14
R. 9	9	»	Kuhn	58	18/2.	21/2.	21/2.	21/3.	—	4	28
R. 10	12	»	Neebe	114	19/2.	21/2.	21/2.	11/3.	—	3	18
R. 11	11	»	Wagenknecht	72	22/2.	23/2.	23/2.	28/2.	—	2	5
R. 12	9	»	Pappert	54	—	—	22/2.	7/3.	—	—	13
R. 13	10	»	Heck	82	—	—	22/2.	28/3.	—	—	34
R. 14	10	»	Rödiger	86	—	—	22/2.	20/3.	—	—	26
R. 15	12	»	Hoos	120	—	—	22/2.	6/3.	—	—	12
R. 16	9	»	Müller	53	20/2.	21/2.	21/2.	3/3.	—	2	10
R. 17	10	»	Filsinger	83	20/2.	21/2.	21/2.	11/3.	—	2	18
R. 18	11		Michel	42	23/2.	24/2.	24/2.	6/3.	—	2	10
R. 19	11	»	Schlund	105	—	—	25/2.	10/3.	—	—	13
R. 20	11		Engel	103	—	—	25/2.	6/3.	—	—	9
R. 21	11	»	Weitzel I	102	25/2.	26/2.	—	—	—	1	—
R. 22	11	»	Reitz	103	25/2.	26/2.	—	—	—	1	—
R. 23	11	»	Firnges	72	25/2.	27/2.	—	—	—	2	—
R. 24	9	»	Dörr	57	25/2.	26/2.	—	—	—	1	—
R. 25	9		Hofmann	58	25/2.	26/2.	26/2.	6/3.	—	2	8
R. 26	9	»	Aschenbröcker	55	25/2.	26/2.	—	—	—	1	—
R. 27	10	»	Börner	86	28/2.	4/3.	4/3.	16/3.	—	5	12
R. 28	11	»	Berthold	39	28/2.	1/3.	1/3.	7/3.	—	2	6
R. 29	12	»	Elm	108	—	—	1/3.	23/3.	—	—	22
R. 30	12	»	Lauer	119	2/3.	4/3.	4/3.	11/3.		3	7
R. 31	11	»	Hick	105	—	—	2/3.	6/3.	—	—	4
R. 32	9	»	Werner	52	—	—	6/3.	28/3.	—	—	22
R. 33	9	»	Göbel II	43	7/3.	11/3.	—	—	—	4	—
R. 34	11	»	Post	42	8/3.	9/3.	9/3.	13/3.	—	2	4
R. 35	10	»	Hein	82	—	—	8/3.	27/3.	—	—	19
R. 36	11	»	Stautzebach	42	—	—	8/3.	21/3.	—	—	13
R. 37	11	»	Wagenknecht	72	—	—	10/3.	16/3.	—	—	6
R. 38	11	»	Reusswig	39	—	—	12/3.	—	1	—	19
R. 39	11	»	Jenior	104	13/3.	14/3.	14/3.	—	1	2	17
R. 40	11	»	Heidt	73	—	—	14/3.	23/3.	—	—	9
R. 41	9	»	Grissmann	57	19/3.	20/3.	20/3.	21/3.	—	2	4
									Latus	44	499

Laufende Nr.	Compagnie	Charge	Namen	Nr. der Stuben	Behandelt im Revier		Behandelt im Lazareth		Bleiben Bestand	Behandlungstage	
					von	bis	von	bis		Rev.	Laz.
								Uebertrag		44	499
R. 42	10	Füsilier	Habersack	86	19/3.	20/3.	20/3.	27/3.	—	2	7
R. 43	11	»	Kranz	103	19/3.	20/3.	20/3.	24/3.	—	2	4
R. 44	9	»	Euler	52	20/3.	23/3.	23/3.	27/3.	—	4	4
R. 45	9	»	Niederhöfer	53	—	—	21/3.	—	1	—	10
R. 46	10	»	Hochstadt	77	—	—	23/3.	—	1	—	8
R. 47	10	»	Sauerwald	83	24/3.	31/3.	31/3.	—	1	8	—
R. 48	10	Einj.-Freiw.	Schmidt	90	—	—	27/3.	—	1	—	4
R. 49	11	Füsilier	Schlössler	73	—	—	30/3.	—	1	—	1
R. 50	11	»	Desch	39	—	—	17/2.	28/2.	—	—	11
										60	548
									Summa	608	
	8	Musketier	Lack	—	—	—	1/3.	6/5.	—	—	5
	8	Gefreiter	Berneburg	—	—	—	29/3.	10/4.	—	—	12
									Summa	—	17

Die Veröffentlichung der vorstehenden Abhandlungen geschieht mit Erlaubnis meines Herrn Corps-Generalarztes Dr. Löwer zu Cassel, dem ich hier pflichtschuldigst aufrichtig danke.

Digitized by Google

Beitrag zur Kenntnis der Permeabilität des Bodens für Luft.

Von

Dr. D. v. Welitschkowsky.

(Aus dem hygienischen Institute zu München.)

Der grosse Einfluss des Bodens, worauf die Menschen leben, auf die Gesundheit derselben und seine Bedeutung in Fragen der Hygiene unterliegt schon längst keinem Zweifel mehr. Infolge der Fortschritte, welche im Laufe der letzten Jahre die Lehre vom mikroparasitischen Ursprunge der Infectionskrankheiten gemacht hat, sind viele Hygieniker und Epidemiologen geneigt, den Boden als das Medium zu betrachten, in dem krankheiterregende Mikroorganismen sich entwickeln, vegetiren und woraus sie auf irgend welche Weise in die Körper der Menschen und Thiere gerathen.

Aus diesen Ansichten resultirte in der letzten Zeit die Nothwendigkeit genauer Erkenntnis und umständlicher Erforschung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Bodens, da ohne gründliche Kenntnis jener Eigenschaften an eine weitere Erörterung derjenigen biologischen Processe, welche tief im Boden vor sich gehen und von seiner Beschaffenheit abhängig sein müssen, nicht zu denken ist.

Ich will damit allerdings nicht sagen, dass die hygienische Bodenkunde ein Product der letzten Zeit ist, welches auf die Anfrage der Hygiene zum Vorschein gekommen ist. Viel früher als die Hygieniker beschäftigten sich mit diesem Gegenstande erfolgreich die Agronomen und Landwirthe und haben auf

Digitized by Google

ihrem Gebiete in der That sehr wichtige Resultate und mehr oder minder genaue Kenntnisse erhalten. Aber sie beschränken sich nur auf die Untersuchung der ihnen nothwendigen oberen Schicht des Culturbodens und weiter als die sogenannte Untergrundsschicht gehen sie nicht, was die Hygieniker nicht befriedigen kann, da der Begriff des Bodens für letztere vielseitiger als der der Landwirthe ist und all die Verschiedenheiten der mehr oder minder mächtigen Lagerungen von der Oberfläche an bis zum Wasserstand in der Tiefe umfasst. Infolgedessen bietet der Boden für den Hygieniker einen viel höheren Complex von physikalisch-chemischen Eigenschaften dar, als für den Agronomen, so dass zur vollkommenen Erforschung des Charakters der biologischen Processe, welche innerhalb des Erdbodens vor sich gehen, ausführliche und allseitige Erkenntnis jeder einzelnen Eigenschaft desselben nothwendig wird.

Die folgenden Versuche beziehen sich auf die Permeabilität verschiedenen Bodens für Luft.

Als ausführliche Arbeiten zur Frage über die Permeabilität des Bodens für Luft sind die Untersuchungen von Renk [1]) und Ammon [2]) erschienen. Diese beiden Arbeiten sind zu München ausgeführt worden und beinahe gleichzeitig erschienen. Die erste aus dem hygienischen Institut, die zweite aus der landwirthschaftlichen Versuchsstation für Bodenkunde. Beide Autoren beschäftigten sich mit der Abhängigkeit der Permeabilitätsgrösse des Bodens von der Korngrösse (resp. dem ganzen Porenvolum und der Weite der einzelnen Poren), vom manometrischen Drucke der durchgeleiteten Luft und von der Wassercapacität, Lockerheit und Gefrieren des Bodens. Ausserdem untersuchte Ammon die Abhängigkeit der Permeabilität von der Temperatur des Bodens selbst, sowie auch von der Temperatur der durchströmenden Luft, darnach beobachtete er noch den Einfluss, den die Vegetation, welche den Boden bedeckt, auf die Durchlässigkeit desselben hat.

1) Renk, Ueber die Permeabilität des Bodens für Luft. Separatabdruck aus der Zeitschrift für Biologie 1879 Bd. 15.

2) Ammon, Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Luft. Forschungen auf dem Gebiete der Agricultur-Physik 1880 Bd. 3.

Digitized by Google

In Betreff des Einflusses der Korngrösse des Bodens, seiner Wassercapacität, Lockerheit und des Gefrierens auf die Permeabilität für Luft stimmen beide Autoren ganz überein. Den Einfluss der Temperatur des Bodens auf die Durchlässigkeit bekennt Ammon selbst als nicht genug aufgeklärt; da er nach dieser Richtung keine Gesetzmässigkeit der Resultate erzielt habe.

Was jedoch die Resultate beider Autoren in Bezug auf die Abhängigkeit der Permeabilität des Bodens vom Drucke der durchströmenden Luft und der Höhe der Schicht anbelangt, so stehen sie mit einander in Widerspruch. Renk stellt auf Grund seiner Untersuchungen folgende Sätze auf:

Directe [1]) Proportionalität zwischen Druck und der Luftmenge beobachte man: a) bei feinkörnigem Material (Mittel- und Feinsand), b) auch bei grobkörnigem Material, aber nur bei Anwendung hoher Schichten, c) überhaupt innerhalb niedriger Druckgrenzen, eben unter der Bedingung, dass die absolute Geschwindigkeit der Luft nicht mehr als 6,2 ^{cm} (0,062 ^{m}) pro Secunde betrage und d) die ausströmende [2]) Luftmenge sei umgekehrt proportional der Höhe der Schicht so lange es sich um Geschwindigkeiten von 0,062 ^{m} pro Secunde und darunter handle, bei grösseren Geschwindigkeiten nähmen die geförderten Luftmengen im geringeren Verhältnisse ab, als die Höhe der Schicht wachse. Unterdessen gelangte Ammon zu direct entgegengesetzten Ergebnissen. Aus seinen Experimenten folgt: erstens [3]), dass das directe Verhältnis zwischen Druck und Quantität der geförderten Luft nur bei grobkörnigem Material existire; bei feinkörnigem Material wachse die Durchlässigkeit in viel kleinerer Proportion als der Druck und zweitens [4]), dass die Menge der durchströmenden Luft in umgekehrtem Verhältnisse mit der Dicke der Schicht auch nur bei grobkörnigem Material stehe, bei feinkörnigem Material aber die geförderte Luftmenge mit Zunahme der Schichthöhe in geringerer Proportion abnehme.

1) Renk a. a. O. S. 14—16.
2) Renk a. a. O. S. 20.
3) Ammon a. a. O. S. 221—222.
4) Ammon a. a. O. S. 224—225.

Digitized by Google

Ammon, indem er in seiner Arbeit auf die Verschiedenheit seiner Resultate mit denen Renk's hindeutet, sucht es damit zu erklären, dass Renk zu seinen Versuchen keine so feinen Materialien, wie er selbst benutzte, gebraucht habe.

Diese Erklärung schien mir nicht genügend zu sein, deshalb unternahm ich auf Vorschlag des Herrn Prof. v. Pettenkofer und des Herrn Docenten Renk die Versuche über die Permeabilität des Bodens für Luft zu wiederholen und, wenn möglich, die Verschiedenheit der Resultate beider Forscher auszugleichen. Dabei glaubte ich, dass, um die Abhängigkeit der durch das Material gegangenen Luftmenge vom Druck, unter welchem die Luft sich bewegt und von der Dicke der Schicht kennen zu lernen, möglichste Variirung der Grösse des ersten und des zweiten Factors in den Grenzen regelmässiger Intervallen nöthig sei, um auf diese Weise eine mehr oder minder lange Zahlenreihe zu bekommen, auf deren Grund man diese Abhängigkeit graphisch oder in einer mathematischen Formel ausdrücken könnte.

Meine Versuche nach der Art, wie sie ausgeführt und veranstaltet wurden, waren mit denen Renk's ganz identisch, weshalb ich eine neue Beschreibung derselben für überflüssig halte.

Das Verfahren und all die Vorsichtsmaassregeln, welche von dem Autor zum Erzielen möglichst richtiger Resultate als unbedingt nothwendige angewiesen werden, sind von mir nicht ohne Beachtung geblieben.

Zu meinen Versuchen gebrauchte ich Münchener Kiesboden, welcher durch den Siebsatz von Knop sorgfältig in folgende sechs Sorten verschiedener Korngrössen geschieden wurde:

Nr. 1	Grobkies	mit	Durchmesser von	7 — 20 mm
» 2	Mittelkies	»	»	4 — 7 »
» 3	Feinkies	»	»	2 — 4 »
» 4	Grobsand	»	»	1 — 2 »
» 5	Mittelsand	»	»	1/5 — 1 »
6	Feinsand	»	»	weniger als 1/5.

Alle Sorten des Bodens wurden im lufttrocknen Zustande untersucht. Die Blechcylinder, welche mit dem Material gefüllt

Digitized by Google

wurden, hatten einen Durchmesser von 10 cm. So grosse Dimensionen der Cylinder habe ich gewählt (Renk hat Cylinder von 5 cm im Durchmesser gebraucht), um den unvermeidlichen Fehler auf ein Minimum zu bringen[1]), welcher von grösserer Weite der Poren zwischen den Partikelchen, die unmittelbar an den Wänden des Gefässes liegen, entsteht. Die Cylinder hatten verschiedene Höhe: von $^1/_4$, $^1/_2$ und $^3/_4$ m und konnten durch Blechbandagen in Verbindung gesetzt beliebig hoch gemacht werden. Dabei wurden alle Verbindungen der metallischen Theile mit Klebwachs bedeckt und die Luftdichtigkeit des Apparats vor jedem Versuch geprüft.

Die Füllung der Cylinder mit Material, um gleichmässigere und möglichst compacte Vertheilung der Partikelchen zu bekommen, wurde besonders in Betracht genommen. — Deswegen unterzog man jede Bodenart beim Anfüllen der Cylinder immer denselben Manipulationen; das Material wurde in die Cylinder in einzelnen und immer gleichen Portionen (von 3 bis 5 Esslöffeln, je nach der Bodenart) eingeschüttet, der Cylinder nach jeder Portion regelmässig an das Untergestell angeklopft und eine immer gleiche Zahl (möglichst gleichkräftiger) Schläge mit einem hölzernen Hammer auf Seitenwände und Ränder ausgeführt.

Als Reservoir zur Compression der Luft bis zur nöthigen Druckhöhe diente ein gewöhnlicher Gasometer, dessen Inhalt ungefähr 25 Liter war. Die Compression der Luft wurde bewerkstelligt, indem man auf den Deckel des inneren Cylinders vom Gasometer verschiedene Gewichte auflegte, und konnte durch eine auf den Gummischlauch, welcher die Luft in den Cylinder mit Bodenmaterial leitete, angebrachte Klemmschraube beliebig regulirt werden.

Der Druck, unter welchem sich die Luft durch das Versuchsmaterial bewegte, wurde mit einem Wassermanometer, das an dem Apparat in ähnlicher Weise, wie es bei Renk's Versuchen angebracht wurde, gemessen.

1) Renk a. a. O. S. 8.

Digitized by Google

Die Messung der Volumina der durch das Bodenmaterial geflossenen Luft wurde durch eine Gasuhr ausgeführt, deren Angaben vor Beginn meiner Versuche geaicht worden waren. Dabei halte ich es für nöthig, vorauszuschicken, dass ich die Volumina der durchströmenden Luft nicht auf 0° und 750^{mm} reducirt habe, da die Temperatur des Locals, wo ich experimentirte, beständig genug war, und nur in den Grenzen von 13—16° C. schwankte; die absolute Höhe des Barometers konnte bei der Berechnung etwaige Resultatdifferenz verursachen, daher führte ich, um mit einander vergleichbare Grössen zu bekommen, die ganze Reihe der Versuche mit einer gewissen Bodenart von einer bestimmten Höhe der Schicht stets im Laufe eines Tages unter den Bedingungen geringen Schwankens der Barometerhöhe aus. Wenn die Barometerschwankungen bedeutend waren, so machte ich dieselben Versuche am anderen Tage noch einmal, obgleich ich in den wiederholten Versuchen niemals eine beträchtliche Resultatdifferenz beobachtet habe, was auch von vorneherein plausibel war, da die Barometerschwankungen im Laufe eines Tages 10^{mm} in München nicht leicht übersteigen, so dass hierdurch die Volumina höchstens in dem Verhältnis $\frac{716-10}{716}$ sich ändern konnten.

Die Bestimmung der Zeit, welche zum Durchgang eines bestimmten Luftvolums durch das Versuchsmaterial nöthig war, geschah durch ein Secundenmetronom; die Luftmenge, welche durch das Versuchsmaterial von gewisser Höhe der Schicht gegangen war, wurde auf eine bestimmte Zeiteinheit reducirt, indem nämlich die Zahl der Liter der Luft, welche in einer Minute durchgegangen war, berechnet wurde, welche Zahl als das Maass der Permeabilität dient.

Da der Inhalt des Gasometers unveränderlich blieb, so versteht sich von selbst, dass bei verschiedener Durchlässigkeitsgrösse sich die Zeitdauer jedes einzelnen Versuches änderte. Diese Zeitdauer war sehr verschieden und schwankte in den Grenzen von 8—10 Secunden bis einer halben Stunde und noch mehr. Je nach der Dauer, die man für jeden einzelnen Versuch erlangen

Digitized by Google

konnte, richtete sich die Zahl der Versuche zur Bestimmung der Permeabiltät eines Bodenmaterials. Nahm der einzelne Versuch weniger als 1 Minute in Anspruch, so wurden 10—15 Versuche gemacht, dauerte er mehr als 1 Minute, dann nur 5—10 Versuche, erforderte er aber mehr als 10 Minuten, dann 3—5. Darnach wurde von der ganzen Reihe solcher einzelner Bestimmungen das arithmetische Mittel gewonnen, welches bei der Zusammenstellung der unten folgenden Tabellen der Durchlässigkeit benützt wurde.

Bevor die Experimente über die Durchlässigkeit jeder Bodenart begannen, wurden folgende Daten bestimmt: 1. Das Gewicht der Volumeinheit des gegebenen Bodenmaterials oder sein scheinbares specifisches Gewicht; diese Data wurden durch das Dividiren des absoluten Gewichts der Bodenmasse durch ihr scheinbares Volum gefunden. 2. Das Porenvolum des lufttrockenen Bodens nach der Methode von Renk. 3. Die Quantität des vom Bodenmaterial zurückgehaltenen Wassers. 4. Das Porenvolum des feuchten Bodens und 5. die Wassercapacität resp. das Procentverhältnis der zurückgehaltenen Wassermenge bezogen auf das Porenvolum des trockenen Bodens.

Die erste Reihe der Versuche zur Bestimmung der Permeabilitätsgrösse in ihrer Abhängigkeit vom Drucke veranstaltete ich mit Grobsand (Sorte Nr. 4), wobei die Dicke der Schicht $\frac{1}{2}$ m (genauer 0,496 m) war; dabei bekam ich folgende Zahlenreihe:

Druck, unter dem die Luft durchströmt, in mm. Wassersäule	Geförderte Luftmenge pro 1 Minute in Litern	Druck, unter dem die Luft durchströmt, in mm. Wassersäule	Geförderte Luftmenge pro 1 Minute in Litern
10	1,628	90	12,985
20	3,118	100	14,202
30	4,567	110	15,410
40	5,996	120	16,826
50	7,399	130	18,088
60	8,802	140	19,647
70	10,212	150	20,803
80	11,490	160	22,061

Digitized by Google

Ueberblickt man diese beiden Reihen, so ergibt sich, dass, während sich die Glieder der ersten Reihe, welche den Druck bezeichnen, verdoppeln, die Glieder der zweiten Reihe, welche die geförderten Luftmengen ausdrücken, auch zunehmen, aber um etwas weniger als um das Doppelte, und dieses Verhältnis bleibt ungefähr dasselbe, ungeachtet der absoluten Grösse der Glieder. Nämlich: wenn die Drucke sich wie 20 : 10 = 2 : 1 verhalten, verhalten sich die entsprechenden Luftmengen wie 3,118 : 1,628 = 1,915 : 1; ferner, wenn die Drucke sich wie 40 : 20 = 2 : 1 verhalten, stehen die entsprechenden Luftmengen in der Proportion von

5,996 : 3,118 = 1,922 : 1;

bei Druck 60 : 30 = 2 : 1 bekommen wir 8,802 : 4,567 = 1,924 : 1
bei 80 : 40 = 2 : 1, haben wir 11,490 : 5,996 = 1,916 : 1
» 100 : 50 = 2 : 1, » » 14,202 : 7,399 = 1,919 : 1
» 120 : 60 = 2 : 1, » » 66,826 : 8,802 = 1,912 : 1
» 140 : 70 = 2 : 1, » » 19,647 : 10,212 = 1,924 : 1

und endlich

bei 160 : 80 = 2 : 1, » » 22,061 : 11,490 = 1,920 : 1.

Also bei jeder Vergrösserung des Druckes um das Doppelte wächst die Menge der durchströmenden Luft durchschnittlich 1,919 mal. Es ist offenbar, dass, während die pressenden Kräfte die natürliche Zahlenreihe vorstellen, die ihnen entsprechenden Mengen der durchströmenden Luft sich als eine Function dieser Reihe ergeben.

Wenn wir die erste Reihe (den Druck) mit x_1, x_2, x_3, x_4 u. s. w. und die entsprechenden Luftmengen mit y_1, y_2 bezeichnen und die Grösse der y als eine Function der x auszudrücken suchen, so werden wir annehmen müssen, dass bei

x_1 Druck n Liter Luft,
x_2 » n_1 » »

und so fort gefördert werden, wobei man obiger Versuchsreihe zufolge mit hinlänglicher Sicherheit

$$\frac{n_1}{n} = \frac{n_2}{n_1} = A \text{ (Constante)}$$

annehmen kann, so dass man

Digitized by Google

für $x_1 = 1, \quad y_1 = n$
» $x_2 = 2, \quad y_2 = nA$
» $x_4 = 4, \quad y_4 = nA^2$
» $x_8 = 8, \quad y_8 = nA^3$
» $x_{16} = 16, \quad y_{16} = nA^4$

also allgemein für

$$x_{(2^\mu)} = 2^\mu \tag{I}$$

$$y_{(2^\mu)} = nA^\mu \tag{II}$$

erhält.

Aus I resultirt $\mu = \frac{\log x_{(2^\mu)}}{\log 2}$, und dies in II eingesetzt ergibt:

$$y_{(2^\mu)} = n \cdot A^{\frac{\log x_{(2^\mu)}}{\log 2}}. \tag{III}$$

Diese Gleichung, welche mit den allgemeinen Gliedern x und y entstanden ist, gestattet nun für jedes beliebige x das zugehörige y zu berechnen, wobei die Maasseinheit des x gleich dem Drucke von 10^{mm} Wassersäule ist. Für die logarithmische Rechnung wird es bequemer sein, die Gleichung III durch Logarithmiren noch umzugestalten in:

$$\log y_{(2^\mu)} = \log x_{(2^\mu)} \times \left(\frac{\log nA}{\log 2}\right) \tag{IV}$$

Da nun $\frac{\log nA}{\log 2} = C$ (eine Constante) ist, welche ein für allemal für eine Bodenart in Ziffern zu berechnen ist, so hat man

$$\log y_{(2^\mu)} = C \times \log x_{(2^\mu)}. \tag{V}$$

Wenn wir jetzt betrachten, um wieviel die Zahlenresultate der Versuche von den Grössen abweichen, welche mit Hilfe der Formel V gefunden werden, so gibt, unter der Annahme, dass $n = 1{,}628$ und $A = 1{,}919$ ist, die nachfolgende Tabelle (S. 492) diesen Vergleich.

Bei der Betrachtung dieser Tabelle wird man sicher zugestehen, dass eine grössere Uebereinstimmung von Zahlengrössen, die auf experimentellem Wege gefunden und solchen, welche durch Formeln berechnet worden sind, wohl selten gefunden wird.

Digitized by Google

Druck in mm. Wassersäule	Geförderte Luftmenge in Litern durch die Versuche gefunden	durch die Formel berechnet	Differenz
10	1,628	1,628	—
20	3,118	3,124	+ 0,006
30	4,567	4,574	+ 0,007
40	5,996	5,995	− 0,001
50	7,399	7,395	− 0,004
60	8,802	8,778	− 0,024
70	10,212	10,147	− 0,065
80	11,490	11,505	+ 0,015
90	12,985	12,853	− 0,132
100	14,202	14,191	− 0,010
110	15,410	15,522	+ 0,112
120	16,826	16,844	+ 0,018
130	18,088	18,161	+ 0,073
140	19,647	19,472	− 0,175
150	20,803	20,778	− 0,025
160	22,061	22,078	+ 0,017

Es ist nicht zu leugnen, dass diese Formel V, welche auf experimentellem Wege für die Durchlässigkeit der in Untersuchung genommenen Bodenart gewonnen wurde, kein Recht gibt, von vorneherein zu behaupten, die Permeabilität anderer Bodenarten oder derselben Bodenart von einer anderen Höhe der Schicht füge sich derselben Formel; aber alle meine weiteren Versuche haben bestätigt, dass die Permeabilität aller einzelnen Bodenarten bei verschiedener Höhe der Schicht demselben Gesetze folgt. Darum halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass die durch die obenerwähnte Formel ausgedrückte Abhängigkeit der Permeabilitätsgrösse vom Drucke nicht nur für den zum Versuche verwendeten Boden besteht, sondern überhaupt allen pulverförmigen Körpern, vielleicht auch allen porösen Körpern eigen ist.

Am ausführlichsten ist von mir die Durchlässigkeit der Bodenarten Nr. 2 (Mittelkies), Nr. 3 (Feinkies), Nr. 4 (Grobsand) und Nr. 5 (Mittelsand) untersucht worden. — Für die Bodenarten Nr. 1 (Grobkies) und Nr. 6 (Feinsand) habe ich nur unterbrochene Zahlengrössen bekommen können, aber nicht eine ganze Reihe derselben. Im ersten Falle erwies sich der Gasometer, welcher zu meiner Verfügung stand, als nicht gross genug, um längere Versuchsreihen zu ermöglichen; im zweiten Falle gab die zu geringe Permeabilität des Materials kein Recht, den Resultaten

Digitized by Google

der Versuche Glauben zu schenken, weil die ausserordentlich geringe Differenz der Zahlen innerhalb der Fehler des Messapparats — der Gasuhr — lag, dessen ich mich bediente.

Ich stelle hier die Resultate meiner Versuche in den folgenden Tabellen zusammen.

1. Versuchsreihe mit Bodenart Nr. 6.

Korngrösse weniger als 0,33 mm im Durchmesser.
Porenvolum der trockenen Bodenart = 41,87 %.
» » feuchten » = 3,31 %.
Wassercapacität . . . . . = 90,86 %.

Höhe der Bodenschicht	49,6 cm		23,9 cm	
	Geförderte Luftmenge in Litern			
Druck in mm. Wassersäule	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,974$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,981$
50	0,0058	—	0,0237	—
100	0,0114	—	0,0469	—
150	0,0169	0,0170	0,0702	0,0700
200	0,0225	0,0226	0,0933	0,0930
250	0,0284	0,0281	0,1156	0,1159
300	0,0331	0,0336	0,1384	0,1387
350	0,0398	0,0391	0,1610	0,1615
400	0,0443	0,0446	0,1852	0,1842

2. Versuchsreihe mit Bodenart Nr. 5.

Korngrösse von 0,33 — 1 mm im Durchmesser.
Porenvolum der trockenen Bodenart = 40,64 %.
» » feuchten » = 11,54 %.
Wassercapacität der » = 71,46 %.

Höhe der Bodenschicht	97,9 cm		73,6 cm		48,5 cm		23,9 cm	
	Geförderte Luftmenge in Litern							
Druck in mm. Wassersäule	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,969$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,962$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,973$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,948$
10	0,109	—	0,137	—	0,187	—	0,467	—
20	0,215	—	0,269	—	0,370	—	0,910	—
30	0,309	0,315	0,397	0,398	0,549	0,549	1,351	1,344
40	0,421	0,423	0,524	0,527	0,728	0,728	1,774	1,772
50	0,517	0,526	0,650	0,655	0,899	0,906	2,199	2,196
60	0,623	0,628	0,778	0,782	1,083	1,083	2,609	2,618

Digitized by Google

Höhe der Bodenschicht	97,9 cm		73,6 cm		48,5 cm		23,9 cm	
Druck in mm. Wassersäule	Geförderte Luftmenge in Litern							
	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,969$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,962$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,973$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,948$
70	0,729	0,730	0,911	0,909	1,249	1,260	3,037	3,036
80	0,832	0,832	1,036	1,035	1,429	1,439	3,441	3,452
90	0,941	0,934	1,166	1,160	1,613	1,612	3,842	3,866
100	1,043	1,035	1,287	1,285	1,786	1,787	4,251	4,279
110	1,141	1,136	1,417	1,410	1,965	1,962	4,641	4,689
120	1,234	1,237	1,542	1,535	2,143	2,137	5,047	5,100
130	1,335	1,338	1,656	1,659	2,321	2,312	5,475	5,507
140	1,449	1,438	1,783	1,783	2,173	2,486	5,897	5,914
150	1,544	1,538	1,899	1,907	2,661	2,660	6,326	6,320
160	1,648	1,638	2,034	2,034	2,821	2,834	6,728	6,725
170	1,747	1,738	2,166	2,153	3,015	3,008	7,141	7,129
180	1,842	1,838	2,277	2,276	3,181	3,181	7,568	7,539
190	1,939	1,938	2,415	2,399	3,361	3,354	7,903	7,934
200	2,036	2,038	2,507	2,522	3,537	3,527	8,334	8,335
210	2,133	2,137	2,634	2,645	3,711	3,700	8,732	8,735
220	2,236	2,236	2,759	2,767	3,891	3,873	9,157	9,139
230	2,333	2,335	2,888	2,889	4,031	4,045	9,621	9,534
240	2,428	2,434	3,025	3,011	4,207	4,217	9,992	9,934

3. Versuchsreihe mit Bodenart Nr. 4.

Korngrösse von 1—2 mm im Durchmesser.
Porenvolum der trockenen Bodenart = 37,38 %.
» » feuchten » = 22,09 %.
Wassercapacität der » = 42,59 %.

Höhe der Bodenschicht	99,3 cm		74,7 cm		49,6 cm		24,6 cm	
Druck in mm. Wassersäule	Geförderte Luftmenge in Litern							
	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,933$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,903$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,919$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,858$
10	0,962	—	1,167	—	1,628	—	3,875	—
20	1,859	—	2,221	—	3,124	—	7,180	—
30	2,726	2,734	3,285	3,235	4,567	4,574	10,259	10,300
40	3,584	3,594	4,233	4,226	5,996	5,995	13,371	13,305
50	4,460	4,444	5,185	5,198	7,399	7,395	16,340	16,227
60	5,298	5,285	6,127	6,157	8,802	8,778	19,179	19,086
70	6,115	6,119	7,130	7,104	10,212	10,147	21,993	21,892
80	6,929	6,948	7,989	8,042	11,490	11,505	24,655	24,654
90	7,765	7,772	8,922	8,971	12,985	12,853	27,220	27,379
100	8,546	8,590	9,909	9,893	14,202	14,192	29,967	40,070
110	9,385	9,405	10,743	10,809	15,410	15,522	32,589	32,731
120	10,168	0,216	11,612	11,718	16,826	16,844	35,462	35,366

Digitized by Google

Höhe der Bodenschicht	99,3 cm		74,7 cm		49,6 cm		24,6 cm	
Druck in mm. Wassersäule	Geförderte Luftmenge in Litern							
	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,933$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,903$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,919$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,853$
130	11,049	11,024	12,586	12,622	18,088	18,161	—	—
140	11,871	11,829	13,551	13,521	19,647	19,472	—	—
150	12,752	12,631	14,523	14,415	20,803	20,778	—	—
160	13,490	13,430	15,285	15,305	22,061	22,078	—	—
170	14,298	14,227	16,248	16,191	—	—	—	—
180	15,131	15,022	17,156	17,073	—	—	—	—
190	15,812	15,814	17,993	17,952	—	—	—	—
200	16,589	16,605	18,909	18,827	—	—	—	—
210	17,284	17,393	19,623	19,699	—	—	—	—
220	18,118	18,180	20,506	20,569	—	—	—	—
230	18,978	18,965	—	—	—	—	—	—
240	19,721	19,748	—	—	—	—	—	—

4. Versuchsreihe mit Bodenart Nr. 3.

Korngrösse von 2—4 mm im Durchmesser.
Porenvolum der trockenen Bodenart = 35,47 %.
» » feuchten » = 27,54 %.
Wassercapacität der » = 19,37 %.

Höhe der Bodenschicht	99,6 cm		74,7 cm		49,6 cm		24,9 cm	
Druck in mm. Wassersäule	Geförderte Luftmenge in Litern							
	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,791$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,762$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,743$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,734$
5	4,014	—	5,126	—	7,182	—	13,054	—
10	7,189	—	9,032	—	12,518	—	22,635	—
15	10,043	10,109	12,358	12,580	17,143	17,326	31,232	31,234
20	12,981	12,875	16,035	15,914	21,735	21,819	39,118	39,242
25	15,470	15,532	19,311	19,098	26,138	26,093	—	—
30	18,278	18,106	22,231	22,166	30,319	30,199	—	—
35	20,921	20,612	25,230	25,142	34,109	34,171	—	—
40	23,604	23,061	28,222	28,041	37,887	37,031	—	—
45	25,772	25,461	30,873	30,874	41,619	41,796	—	—
50	27,907	27,819	33,292	33,651	—	—	—	—
55	29,931	30,140	36,043	36,376	—	—	—	—
60	32,087	32,427	38,971	39,057	—	—	—	—
65	34,624	34,685	—	—	—	—	—	—
70	36,981	36,915	—	—	—	—	—	—

5. Versuchsreihe mit Bodenart Nr. 2.

Korngrösse 4—7 mm im Durchmesser.
Porenvolum der trockenen Bodenart = 35,93 %.
» » feuchten » = 31,18 %.
Wassercapacität der » = 13,44 %.

Digitized by Google

Höhe der Bodenschicht	99,3 cm		74,5 cm		49,7 cm		24,8 cm	
	Geförderte Luftmenge in Litern							
Druck in mm. Wassersäule	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,672$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,682$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,631$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = ?$
5	10,098	—	12,281	—	17,470	—	31,514	—
10	16,883	—	20,656	—	28,493	—	—	—
15	22,798	22,806	28,115	28,000	37,958	37,941	—	—
20	28,266	28,230	34,671	34,744	46,289	46,473	—	—
25	33,118	33,310	41,202	41,076	—	—	—	—
30	37,948	38,132	—	—	—	—	—	—
35	42,873	42,750	—	—	—	—	—	—

6. Versuchsreihe mit Bodenart Nr. 1.

Korngrösse — 7 – 20 mm im Durchmesser.
Porenvolum der trockenen Bodenart — 35,24 %.
» » feuchten » 32,16 %.
Wassercapacität der » 8,74 %.

Höhe der Bodenschicht	99,9 cm		74,7 cm		49,6 cm		—	
	Geförderte Luftmenge in Litern							
Druck in mm. Wassersäule	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,589$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = 1,578$	durch die Versuche gefunden	mit der Formel berechnet $A = ?$		
5	22,917	—	28,948	—	37,888	—	—	—
10	36,421		45,679		—	—	—	—
15	47,684	47,746	—	—	—	—	—	—

Folglich: 1. die Permeabilitätsgrösse des Bodens für Luft mit anderen Worten die durch den Boden geförderte Luftmenge in der Abhängigkeit vom Drucke, unter welchem sie strömt, wird mit der Formel ausgedrückt:

$$Y_m = nA \cdot \frac{\log x_m}{\log 2},$$

wobei n und A Constanten für eine bestimmte Dicke der Schicht und bestimmte Korngrösse sind. Dabei ist y_m die durchströmende Luftmenge unter einem gewissen Drucke, welcher als Einheit betrachtet wird, und A bezeichnet das Verhältnis zwischen dieser Luftmenge und der Luftmenge, welche unter verdoppeltem Drucke durchgeströmt ist und Coefficient der Permeabilität genannt werden kann.

Da dieser Coefficient A immer grösser als 1 und kleiner als 2 ist, so folgt aus der Formel von selbst, dass 2. die Pro-

Digitized by Google

portionalität zwischen dem Drucke (x_m) und der geförderten Luftmenge (y_m) nicht existirt und auch nicht existiren kann, nämlich 3. die geförderte Luftmenge wächst immer in geringerem Verhältnis als der Druck. Wenn es sich herausstellen würde, dass $A = 1$ sei, so würde das bedeuten, dass die geförderte Luftmenge unter beliebigem Drucke constant und unveränderlich bleibt. Wenn $A = 2$ wäre, so hätten wir dann die vollständige Proportionalität zwischen dem Drucke und dem durchströmenden Luftquantum Daraus wird es klar, dass je grösser A ist, desto verhältnismässiger ist (wenn man so sagen kann) die Permeabilität; resp. das Anwachsen der durchströmenden Luftmenge wird weniger vom Anwachsen des Druckes zurückbleiben; andererseits: je kleiner der Werth von A ist, desto mehr wird die Menge der durchströmenden Luft hinter dem Anwachsen des Druckes zurückbleiben.

Aus den Versuchen ergibt sich ferner, dass, je feinkörniger die Bodenart ist, desto bedeutender der Werth von A ist; nämlich für die Bodenart Nr. 6 (Feinsand) beträgt derselbe $A = 1{,}981$, aber für die Bodenart Nr. 1 (Grobkies) $A = 1{,}578$; daher steht die Durchlässigkeit der feinkörnigen Bodenarten beinahe im directen Verhältnisse mit dem Drucke, dagegen bleibt die der grobkörnigen bedeutend und entschieden hinter dem Anwachsen des Druckes zurück. Diese Ergebnisse stimmen im allgemeinen mit denen des Herrn Renk überein, obgleich sie in Einzelnheiten nicht harmoniren; stehen aber mit den Ergebnissen des Herrn Ammon in völligem Widerspruch.

Weiter wird es ersichtlich, dass der Permeabilitätscoefficient nicht nur von der Korngrösse (der Weite der Poren), sondern auch von der Dicke der Bodenschicht abhängig ist, nämlich er wächst mit dem Zunehmen der Dicke bei derselben Korngrösse; darum kann man umgekehrte Proportionalität zwischen der durchströmenden Luftmenge und der Höhe der Schicht auch nicht erwarten. Wenn es sich auch im einzelnen Falle äussern würde, dass sich die geförderte Luftmenge unter bestimmtem Drucke umgekehrt zu der Höhe der Schicht verhalte, so müsste bei Aenderung des Druckes und bei sonst gleichen Umständen doch die Proportionalität un-

Digitized by Google

bedingt gestört werden. — In einer mathematischen Formel die Abhängigkeit der geförderten Luftmenge von der Höhe der Schicht auf Grundlage oben angeführter Tabellen auszudrücken, ist mir nicht möglich, da ich in dieser Richtung keine regelmässige Beständigkeit der Resultate erzielt habe. Es hing dies von der unüberwindlichen Schwierigkeit ab, gleiche Dichtigkeit in der Disposition der Partikelchen des Bodenmaterials zu erlangen.

Es scheint mir auf Grund meiner Versuche erlaubt zu sein, hier noch einige Folgerungen über die Abhängigkeit zu machen, welche zwischen der Permeabilitätsgrösse des Bodens für Luft und Höhe seiner Schicht besteht, nämlich: 4. Zwischen der Menge der durch den Boden strömenden Luft und der Dicke seiner Schicht besteht keine (umgekehrte) Proportionalität. 5. Mit dem Anwachsen der Höhe der Bodenschicht nimmt die ausströmende Luftmenge in kleinerem Verhältnis ab, als die Höhe der Schicht wächst. 6. Bei der Vergrösserung des Druckes nimmt die Menge der geförderten Luft in noch kleinerem Verhältnis ab, als die Dicke der Schicht wächst. Also nähert sich bei kleinem Drucke das Verhältnis zwischen der durchströmenden Luftmenge und der Höhe der Schicht der umgekehrten Proportionalität, bei grossem Drucke wird dieses Verhältnis mehr und mehr in dem gedeuteten Sinne gestört.

Die letzten Folgerungen stimmen nur theilweise mit den Ergebnissen der Herren Renk und Ammon überein. Der Unterschied besteht nur darin, dass der erstere das Dasein solcher Abhängigkeit nur bei der Geschwindigkeit von $0{,}062^{m}$ und darunter pro Secunde anerkennt, der andere diese Eigenschaft nur den feinkörnigen Bodenarten zuschreibt.

Zum Schluss halte ich es für meine angenehme Pflicht, dem Herrn Prof. Max v. Pettenkofer und dem Herrn Docent Renk für ihre Rathschläge, sowie für die mir zu Theil gewordene freundliche Aufnahme im hygienischen Institute der Universität zu München den innigsten Dank auszusprechen.

Digitized by Google

Experimentelle Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Wasser.

Von

Dr. D. v. Welitschkowsky.

(Aus dem hygienischen Institute München.)

Die Kenntnis der Permeabilitätsgesetze des Bodens für Wasser ist gegenwärtig noch so wenig entwickelt, dass nicht einmal eine sichere Methode zur Untersuchung dieses Vorganges existiert. Flügge behauptet in seinem »Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden« [1]) geradezu, dass diese Eigenschaft im Laboratorium kaum bestimmt werden könne. Ich unterzog mich daher gerne auf Vorschlag des Herrn Geheimrathes v. Pettenkofer der Aufgabe, die Permeabilität des Bodens für Wasser experimentell zu untersuchen.

Bevor ich jedoch an die Beschreibung meiner Versuche gehe, halte ich es für nothwendig, eine kurze Uebersicht der hervorragendsten Arbeiten über diese Frage vorauszuschicken.

Darcy [2]) stellte schon im Jahre 1856 eine Versuchsreihe über die Filtrireigenschaft von Sandschichten an und kam zu dem Schlusse, dass die durch den Sand dringende Wassermenge vor allem von der Korngrösse abhänge; weiter, dass diese Menge mit der Höhe der Wasserschicht, welche sich über der Sandoberfläche befinde, resp. mit dem Drucke im directen Verhältnisse und mit der filtrirenden Schichthöhe im umgekehrten Verhältnisse stehe.

---

1) Flügge, Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden S. 183. Leipzig 1881.

2) Darcy, Les fontaines publiques de la ville de Lyon. Paris 1856.

Digitized by Google

Hagen theilt in seinem umfangreichen »Handbuche der Wasserbaukunst«[1]) auch die Resultate seiner Versuche über die Permeabilität des Sandes für Wasser mit. Zu diesen Versuchen benutzte derselbe Messingcylinder von 3 Zoll (ca. 7 cm) im Durchmesser und Wasser aus der Berliner Wasserleitung, welches vorher filtrirt worden war. Die Höhe des Wasserdruckes über dem Bodenmaterial konnte nach Belieben geändert und durch einen Heber, dessen Ende man bis zu einer beliebigen Tiefe in ein grosses Gefäss mit Wasser eintauchen konnte, regulirt werden. Bei der Betrachtung der Resultate, welche von Darcy erhalten worden sind, wirft Hagen die Frage auf, was man als die Höhe der den Druck repräsentirenden Wassersäule annehmen müsse. Nach seiner Meinung müsse man als Obergrenze selbstverständlich den Wasserspiegel über der Sandschicht anerkennen, während man die Oberfläche der Sandschicht als Untergrenze nicht annehmen könne, denn hier müsse man die Capillarität nicht aus den Augen lassen; diejenige Höhe, welche das Wasser von selbst infolge der Capillarität in der Richtung von unten nach oben in der Masse des Sandes erreicht hätte, müsse man der Höhe des Wassers über dem Sande zuzählen. Demnach gelangt Hagen auf Grund seiner Versuche zu folgenden Resultaten[2]): 1. die Permeabilitätsgrösse (die durch den Sand in der Zeiteinheit strömende Wassermenge) sei der Höhe der Sandschicht (h) umgekehrt proportional, 2. bei gleicher Schichthöhe h stehe sie nicht im constanten Verhältnisse mit dem Drucke ($h + H$), wo H die Höhe der Wasserschicht über der Sandoberfläche bezeichnet. Von der Druckhöhe ($h + H$) müsse man eine gewisse Grösse (x) abziehen, die der Capillaritätshöhe des Wassers in der Sandschicht entspreche. Darnach drückt er die Permeabilitätsgrösse durch die Formel aus

$$h + N = (x + Mh)z,$$

welche in

$$M = 0{,}66 \cdot \frac{h + H - 1{,}5}{h}$$

1) Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst Bd. 1 S. 251. Berlin 1869.
2) Hagen a. a. O. S. 255.

übergeht, wo M die Durchlässigkeitsgrösse in Cubikzoll für einen Quadratzoll der Oberfläche darzustellen hat.

Als höchst exacte Arbeit nach ihrer Vollständigkeit und umständlicher Untersuchung der Frage über die Durchlässigkeit erscheint das Werk von Seelheim[1]). Die Untersuchungen des Autors enthalten die Durchlässigkeitsgrössen mehrerer Sand-, Thon- und Kreidearten für Wasser in der Abhängigkeit: 1. von Höhe der über der Oberfläche des Versuchsmaterials befindlichen Wassersäule, 2. von Schichthöhe desselben, 3. von Flächeninhalt des Querschnittes, 4. von Korngrösse und 5. von Temperatur. Diese Abhängigkeit hat der Autor durch die folgende Formel dargestellt:

$$Q = k \cdot \frac{h \cdot D^2 r^2}{L} (1 + 0{,}0136\, t + 0{,}000704\, t^2),$$

wo Q die in der Zeiteinheit durchgegangene Wassermenge, k einen constanten Factor, welcher von der Beschaffenheit des Materials abhängt; h die Höhe der über die Oberfläche der Bodenart befindlichen Wassersäule (den Druck); L die Schichthöhe des Versuchmaterials; D den Durchmesser des Flächeninhaltes desselben; und r den Halbmesser der Körner des Materials zu bezeichnen haben; d. h. die Durchlässigkeit ist dem Drucke proportional und der Höhe der durchdrungenen Schicht umgekehrt proportional. Was die Grösse des h anbelangt, so bemerkt der Autor, dass sie die Wasserhöhe über der Oberfläche des Materials nur dann ausdrücken könne, wenn die Röhre für das Material eine U-förmige sei und das Material in beiden Armen derselben zu gleicher Höhe stehe; wenn man aber eine senkrechte Röhre für das Material haben würde, so müsste man dem h die Höhe der Schicht des Materials zuzählen und so würde seine Grösse in $h + H$ übergehen. Der Meinung Hagen's widersprecchend, glaubt Seelheim[2]), dass man hiebei die Capillarität, resp. die durch diese bedingte Höhe bis zu welcher das Wasser aufsteigt, nicht berücksichtigen müsse.

1) Seelheim, Methoden zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Bodens. Zeitschrift für analytische Chemie 1880 Bd. 19 S. 338—415.

2) Seelheim a. a. O. S. 397.

Digitized by Google

Trotz der scheinbaren Harmonie und der Bestimmtheit aller Resultate und Thesen des Autors ist es schwer à priori die Frage zu entscheiden, inwieweit diese Thesen die Permeabilitätsgesetze des Bodens für Wasser ausdrücken, da niemand bisher derartige Versuche wiederholt und geprüft hat. Ausserdem, scheint es mir, kann man dem Autor eine nicht ungegründete Einwendung machen, nämlich: er hat das Bodenmaterial solch einer zusammengesetzten chemischen Behandlung unterzogen, dass man entschieden sagen kann, dass er nicht mehr mit Boden, sondern mit den einzelnen beinahe chemisch reinen Bestandtheilen desselben zu thun hatte. Dieser Umstand erzeugt nach meiner Ansicht ein wichtiges Hindernis, warum die Ergebnisse Seelheim's in die Lehre über die Permeabilität des Bodens für Wasser nicht ohne Aenderung hinübergetragen werden können.

Hierauf erschien im Jahre 1883 das Werk von J. Kalustoff [1]), welches auch über denselben Gegenstand handelt. Kalustoff benutzte zu seinen Versuchen die Methode, welche von Fleck angegeben worden war und bestimmte die Zeit, die zum Durchgang einer bestimmten Wassermenge durch das Material von gewisser Schichthöhe nöthig war. Trotz der Unbeständigkeit und Schwankung der von ihm gewonnenen numerischen Resultate gelangte er zu dem Satze [2]), dass die in einer bestimmten Zeiteinheit durchströmende Wassermenge in umgekehrter Proportionalität zu der Höhe der Bodenschicht stehe. Ausserdem zieht der Autor hierselbst Schlüsse über »die Menge der Flüssigkeit, welche von demselben Bodenmaterial in einer bestimmten Zeiteinheit zurückgehalten wird«. Diese Schlüsse, welche von der Aussenseite nur einfache arithmetische Berechnungen vorstellen, mangeln im wesentlichen an innerlichem Sinn, denn die Bodeneigenschaft, eine gewisse Wassermenge zu behalten (Wassercapacität), ist keine Function der Zeit und daher hat man keinen hinreichenden Grund sie in Zeiteinheiten auszudrücken, ähnlicher

1) J. Kalustoff, Ueber die Permeabilität des Bodens für Wasser. St. Petersburg 1883.

2) J. Kalustoff, a. a. O. S. 28.

Digitized by Google

Weise wie z. B. Wärmecapacität nicht in Zeiteinheiten ausgedrückt werden kann.

Es geht somit aus dieser Uebersicht hervor, dass die Frage nach der Abhängigkeit der durchströmenden Wassermenge, einerseits vom Drucke (der Höhe der Wassersäule über das Bodenmaterial), andererseits von der Schichthöhe des Materials bisher noch nicht erschöpfend beantwortet wurde.

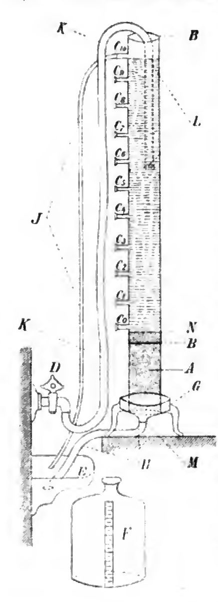
Ich stellte mir daher die Aufgabe, den Einfluss dieser beiden Factoren experimentell festzustellen und gehe nunmehr zur Beschreibung der Anordnung und Ausführung meiner Versuche über. Die Versuche wurden mit dem Münchener Kiesboden gemacht. Mit Hilfe des Siebsatzes von Knop wurde derselbe in 6 verschiedene Sorten getheilt, und jede Sorte in Cylindern von 15 cm Durchmesser untersucht, wie sie von mir früher zu den Versuchen über die Durchlässigkeit des Bodens für Luft[1]) gebraucht worden waren; ich werde daher über das Verfahren beim Anfüllen derselben mit Bodenmaterial nicht wiederholt reden. Zur grösseren Klarheit lege ich hier eine schematische Zeichnung des Apparats bei (S. 504), welchen ich zur Bestimmung der Permeabilitätsgrösse des Bodens für Wasser benutzte.

In einen Dreifuss mit Trichter *G* wurde ein genügend festes Metallgitter gestellt, welches statt eines Untergestells diente, und auf dem letzteren wurde ein Blechcylinder *A*, welcher mit Versuchsmaterial gefüllt war, befestigt. Auf diesen Cylinder setzte ich einen anderen Blechcylinder *BB* dicht auf, wobei die Verbindungen mit Klebwachs bedeckt wurden. In diesem Cylinder ward auf der Höhe *N* ein Drahtring angelöthet, der ein Herunterrutschen verhinderte; dieser Ring diente auch als Stützpunkt für ein Drahtgitter, welches in der unmittelbaren Berührung mit dem Material diesem die Lage zu ändern nicht erlaubte. Der Cylinder *BB* wurde durch einen dickwandigen, ca. 2,5 cm weiten Gummischlauch ***kk***, dessen eines Ende unmittelbar am Hahne der Wasserleitung angebracht war, mit Wasser gefüllt. An der Seitenfläche des Cylinders war eine Reihe von Messingröhren C_0, C_1, C_2... von 0,5 cm

1) Siehe die vorige Abhandlung »Beitrag zur Kenntnis der Permeabilität des Bodens für Luft« S. 481.

Digitized by Google

Durchmesser angelöthet. Die Achse des ersten Röhrchens c_0 stand 0,5 cm über der horizontalen Fläche *H*; der Zwischenraum zwischen den Achsen der übrigen Röhrchen betrug je 10 cm, also befand sich das letzte Röhrchen c_{10} von dem Niveau des Materials 1 m entfernt. Mit Hilfe dieser Röhren war es möglich, das Niveau des Wassers im Cylinder auf jeder beliebigen Höhe zu erhalten; es war dazu nur nöthig, das eine von ihnen zu öffnen und die anderen niedriger stehenden mit Korken zu verschliessen. Auf das geöffnete Messingröhrchen (z. B. das zehnte) wurde jeweilig ein Gummischlauch *J* gezogen, welcher das überflüssige Wasser in die Schale bei der Wasserleitung abführte. Der Zufluss des Wassers wurde durch den Schraubenhahn *D* regulirt und dieser nur in solchem Maasse geöffnet, dass aus dem ableitenden Messingröhrchen nur ein dünner Wasserstrahl mit der mitgerissenen Luft abwechselnd ausfloss. Am Ende der Zuflussröhre *kk* wurde gewöhnlich, je nach Bedürfnis eine längere oder kürzere Glasröhre *L* angebracht, welche immer einige Centimeter tief unter dem Wasserniveau eingetaucht wurde. Durch diese Anordnung suchte ich die Entwickelung der lebendigen Kraft des herausfallenden Wassers und den Einfluss derselben auf die Veränderung der Druckgrösse der Wassersäule im Cylinder zu vermeiden.



Auf dem schmalen Ende des Trichters *M* war ein breiter (ca. 3 cm im Durchmesser) Gummischlauch befestigt, welcher zur Ableitung des durch das Material geflossenen Wassers diente. Da das Wasser ununterbrochen während einiger Tage durch das Versuchsmaterial geleitet wurde, so liess ich es durch diese Röhre

Digitized by Google

gewöhnlich in den Brunnentrog abfliessen; mehrmals im Tage wurde alsdann die in einer Zeiteinheit durchgegangene Wassermenge gemessen. Zur Zeitmessung diente eine Uhr mit einem Zeiger, welche laut die Secunden schlug. Die Wassermenge bestimmte ich durch eine grosse calibrirte Flasche *F*, deren Inhalt ca. 20 Liter betrug. Im Moment des Schlages der Secundenuhr wurde das freie Ende der Röhre *N* schnell aus der Schale in die Oeffnung der Flasche gebracht und nach gewisser Zeit wieder znrück in die Schale. Die in der Zwischenzeit verflossenen Minuten und Secunden wurden genau notirt, und die durchgegangene Wassermenge (bis zu 1/8 Liter genau) gemessen. Je nach der Geschwindigkeit mit der sich die Flasche mit Wasser füllte, resp. je nach der Durchlässigkeitsgrösse des Materials, schwankte die Dauer jedes Versuches von 1 Minute bis zu einer halben Stunde und noch mehr. Solcher Versuche machte ich für die gegebene Höhe der Bodenschicht und für die gegebene Druckhöhe von 5 bis 1. (Auf den äussersten Grenzen — wenn der Versuch 1—2 Minuten dauerte — wurden ihrer 5 ausgeführt, wenn aber 20—30 Minuten und mehr erforderlich waren, so begnügte ich mich mit einem Versuch.) Schliesslich wurde von sämmtlichen Versuchsziffern das arithmetische Mittel genommen und auf diese Weise die Wassermenge, welche in 1 Minute durchgeflossen war, in Litern berechnet, was eben als das Maass der Permeabilität der gegebenen Bodensorte bei einer bestimmten Schichthöhe und einer gewissen Druckhöhe der Wasserschicht über das Material diente.

Am Anfange, als ich meine ersten Versuche mit der Bodenart Nr. 4 veranstaltete, bemerkte ich, dass, wenn man den Zuflufs des Wassers von oben abschliesst, ihm durch die Röhre *H* ganz abzufliessen gestattet und dann nach einigen Stunden oder sogar nach einigen Minuten die Versuche wiederholt, man immer äusserst unbeständige und im höchsten Grade widersprechende Resultate erhält. Das musste man eigentlich nach Flügge auch erwarten[1]). Aber ich fand auch, dass, wenn man den Zufluss des Wassers

1) **Flügge** a. a. O. S. 183

Digitized by Google

von oben nicht hemmt und das Durchleiten desselben durch das Bodenmaterial während längerer oder kürzerer Zeit bei beliebiger Höhe der Wasserschicht über dem Material fortsetzt, die durchfliessende Wassermenge beständig zunimmt, anfangs relativ geschwind, später langsamer und langsamer, bis sie ihr Maximum erreicht hat. Dieses Anwachsen dauerte 3—4 Tage und noch weiter, je nach der Dicke der Bodenschicht und der Druckhöhe. Die durchfliessende Wassermenge, nachdem sie ihr Maximum erreicht hatte, verminderte sich wieder nach einiger Zeit (12 bis 36 Stunden) und dann erst blieb sie constant und zeigte nur von Zeit zu Zeit im Laufe einiger Tage unbedeutende Schwankungen nach beiden Seiten. Die numerischen Grössen dazu werden an der gehörigen Stelle gegeben werden.

Obgleich ich dieses Factum sicher constatirte, bin ich doch nicht in der Lage, ihm eine genügende Erklärung zu geben. All die Versuche, die von mir zur Erklärung dieser Erscheinung unternommen worden sind, gaben nur negative Resultate. In Vermuthung, es liege dem progressiven, einige Tage dauernden Anwachsen der Durchlässigkeit das andauernde und langsame Entfernen der Luft aus dem Material zu Grunde, modificirte ich die Form meines Versuches und ordnete meinen Apparat so an, dass das Wasser aus dem Hahne *D* von unten durch das Material drang und damit eine schnellere und vollkommenere Entfernung der Luft aus den Poren des Materials erfolgte; allein auch bei solcher Anordnung wuchs die Durchlässigkeit des Bodens für Wasser ebenso andauernd und erreichte ebenso progressiv ihr Maximum, worauf sie anhielt und auf einer gewissen Höhe schwankte. Weiter konnte man vermuthen, dass das Wasser eben bei bedeutender Schicht desselben über der Oberfläche des Materials in dem Maasse, als es das letztere durchdringt, die Bodentheilchen mechanisch auseinanderdrückt, die feinsten wegträgt und, indem es dadurch innerhalb der Bodenmasse mehr oder weniger beträchtliche Löcher und Risse bildet, für sich einen breiteren Weg bahnt. Allein auch die sorgfältigste Untersuchung des Bodenmaterials nach jedem Versuche vermochte diese Vermuthung nicht zu stützen, da es mir niemals bei dem vorsichtigen schichtenweisen

Digitized by Google

Herausnehmen des Bodens aus dem Cylinder gelang, ausgespülte Stellen und Risse oder überhaupt Lagenveränderung des Bodenmaterials im Cylinder zu beobachten. Wenn ausserdem die vermuthete Ausspülung statthaben würde, so hätte man das durch das Bodenmaterial geseihte Wasser getrübt erhalten, während thatsächlich das nicht der Fall war. Das Wasser floss anfangs nur während 2—3 Stunden getrübt durch, während das Anwachsen der Permeabilitätsgrösse einige Tage dauerte. Uebrigens halte ich es nöthig, hier zu bemerken, dass Gewichtsbestimmungen des trockenen Rückstandes von dem Wasser vor und nach der Filtration durch die Bodenart von mir nicht unternommen worden sind.

Meine Versuche begannen mit der Bestimmung der Permeabilitätsgrösse von einer bestimmten Bodenschicht beim höchsten Druck, resp. bei der Höhe der Wasserschicht über dem Bodenmaterial = 1^{m}.

Als darnach die Durchlässigkeit nach dem Erreichen ihres Maximums auf einer gewissen Höhe anhielt, machte ich die Bestimmung der Permeabilitätsgrösse bei niedrigerem Druck, indem ich gradatim die ableitende Röhre von C_{10}, C_{9}, C_{8} u. s. w. anhängte und den Zufluss des Wassers aus dem Hahne *D*, je nach dem Bedürfnis, wie es oben gesagt, regulirte. Wenn die Menge des durchfliessenden Wassers so unbedeutend war, dass sie nicht mehr als 3 Liter betrug, so wurde das Wasser in Messcylinder gegossen, worin sein Volum genauer abgelesen werden konnte.

Die Durchlässigkeit aller 6 Bodenarten zu bestimmen, gelang mir nicht, da die Permeabilität für die Sorte Nr. 1 (Grobkies) sogar bei der Höhe der Schicht von 1^{m} so ungeheuer war, dass die Dimension des Wasserleitungshahnes, welcher zu meinen Diensten stand und 1000 Liter in einer Stunde leisten konnte, als nicht hinreichend gefunden wurden. Ich muss hierbei bemerken, dass das Wasser aus der Wasserleitung des hygienischen Institutes zu München so rein, durchsichtig und von allen suspendirten Theilchen frei zu haben war, dass es mir möglich war, dasselbe ohne vorläufige Filtration zu verwenden. Die Wassertemperatur blieb während meiner Versuche beinahe unveränderlich und schwankte innerhalb 6^{0} und 9^{0} C. Ich glaube, dass so geringe

Digitized by Google

Temperaturunterschiede keinen fühlbaren Fehler in den Ergebnissen meiner Versuche hervorgerufen haben, da sich nach Seelheim [1]) der Einfluss der Wassertemperatur auf die Durchlässigkeit des Bodens überhaupt sehr gering erwies. Hagen [2]) bezweifelt sogar das Vorhandensein irgend welchen Einflusses der Temperatur.

Weiter stelle ich in der Gestalt der folgenden Tabellen die Resultate meiner Versuche vor.

1. Versuchsreihe mit dem Boden Nr. 6 (Feinsand).

1. Durchmesser der Korngrösse weniger als $^1/_3$ mm.
2. Porenvolum des trockenen Bodens = 41,87 %.
3. » » feuchten » = 3,31 %.
4. Wassercapacität desselben » = 90,86 %.
5. Bei der Schichthöhe von $^1/_2$ m und der Druckhöhe von 100 cm steigt die Durchlässigkeitsgrösse bei permanenter Filtration während 10 Tage von 0,00031 auf 0,00034 Liter pro Minute.
6. Bei Schichthöhe von $^1/_4$ m steigt die Permeabilitätsgrösse während 7 Tage von 0,00065 auf 0,00073 Liter pro Minute.

Schichthöhe des Bodens	50 cm	25 cm
Wasserschichthöhe über dem Boden Centimeter	Geförderte Wassermenge pro 1 Minute Liter	
0,5	0,00011	0,00012
10	0,00013	0,00019
20	0,00014	0,00024
30	0,00017	0,00031
40	0,00019	0,00036
50	0,00022	0,00041
60	0,00024	0,00046
70	0,00025	0,00053
80	0,00028	0,00059
90	0,00030	0,00065
100	0,00031	0,00071

2. Versuchsreihe mit dem Boden Nr. 5 (Mittelsand).

1. Durchmesser der Korngrösse von $^1/_3$ bis 1 mm.
2. Porenvolum des trockenen Bodens = 40,64 %.
3. » » nassen » = 11,54 %.
4. Wassercapacität desselben » = 71,46 %.
5. Bei der Schichthöhe von 1 m, der Druckhöhe von 100 cm und siebentägiger ununterbrochener Filtration steigt die Durchlässigkeitsgrösse von 0,142 auf 0,167 Liter pro Minute.
6. Bei der Schichthöhe von $^3/_4$ m steigt die Permeabilität im Laufe von 8 Tagen von 0,071 auf 0,206 Liter pro Minute.
7. Bei der Schichthöhe = $^1/_2$ m steigt die Permeabilitätsgrösse während 5 Tage von 0,204 auf 0,282 Liter pro Minute.
8. Bei der Schichthöhe = $^1/_4$ m steigt die Durchlässigkeitsgrösse während 5 Tage von 0,412 auf 0,553 Liter pro Minute.

1) Seelheim a. a. O. S. 399.
2) Hagen a. a. O. S. 251.

Digitized by Google

Schichthöhe des Bodens	100 cm	75 cm	50 cm	25 cm
Wasserschichthöhe über dem Boden	Geförderte Wassermenge pro 1 Minute			
Centimeter	Liter			
0,5	0,088	0,086	0,088	0,089
10	0,096	0,098	0,106	0,131
20	0,105	0,109	0,123	0,175
30	0,112	0,121	0,141	0,216
40	0,119	0,133	0,160	0,259
50	0,126	0,144	0,179	0,306
60	0,135	0,155	0,198	0,348
70	0,143	0,167	0,218	0,390
80	0,151	0,178	0,237	0,435
90	0,159	0,189	0,255	0,477
100	0,167	0,201	0,273	0,521

3. Versuchsreihe mit dem Boden Nr. 4 (Grobsand).

1. Durchmesser der Korngrösse von 1—2 mm.
2. Porenvolum des trockenen Bodens = 37,38 %.
3. » » nassen » = 21,46 %.
4. Wassercapacität desselben » = 42,59 %.

5. Bei der Schichthöhe = 1 m, der Druckhöhe = 100 cm und sechstägiger ununterbrochener Filtration steigt die Durchlässigkeitsgrösse von 1,281 auf 1,837 Liter pro Minute.

6. Bei der Schichthöhe = ³/₄ m steigt die Durchlässigkeitsgrösse während 5 Tage von 0,838 auf 2,558 Liter pro Minute.

7. Bei der Schichthöhe = ½ m steigt die Durchlässigkeitsgrösse während 5 Tage von 1,531 auf 2,862 Liter pro Minute.

8. Bei der Schichthöhe = ¼ m steigt die Durchlässigkeitsgrösse während 3 Tage von 1,762 auf 4,873 Liter pro Minute.

Schichthöhe des Bodens	100 cm	75 cm	50 cm	25 cm
Schichthöhe des Wassers über dem Boden	Geförderte Wassermenge pro 1 Minute			
Centimeter	Liter			
0,5	0,924	0,961	0,988	1,003
10	1,011	1,103	1,172	1,376
20	1,093	1,245	1,351	1,767
30	1,176	1,386	1,529	2,135
40	1,263	1,525	1,711	2,511
50	1,349	1,671	1,886	2,882
60	1,436	1,814	2,065	3,259
70	1,525	1,929	2,252	3,639
80	1,613	2,099	2,422	4,014
90	1,702	2,240	2,598	4,386
100	1,789	2,385	2,776	4,759

4. Versuchsreihe mit dem Boden Nr. 3 (Feinkies).

1. Durchmesser der Korngrösse = 2—4 mm.
2. Porenvolum des trockenen Bodens = 45,47 %.
3. » nassen » = 27,54 %.
4. Wassercapacität desselben = 19,37 %.

Digitized by Google

5. Bei der Schichthöhe = 1 m, der Druckhöhe 100 cm und ununterbrochener dreitägiger Filtration steigt die Permeabilitätsgrösse von 6,940 auf 10,218 Liter pro Minute.

6. Bei der Schichthöhe = 3/4 m und demselben Drucke steigt die Durchlässigkeit während 3 Tage von 6,440 auf 11,370 Liter pro Minute.

7. Bei der Schichthöhe = 1/2 m und demselben Drucke steigt die Durchlässigkeitsgrösse während 2 Tage von 10,870 auf 13,210 Liter pro Minute.

8. Bei der Schichthöhe = 1/4 m und der Druckhöhe = 80 cm steigt die Permeabilitätsgrösse während 2 Tage von 12,310 auf 16,780 Liter pro Minute.

Schichthöhe des Bodens	100 cm	75 cm	50 cm	25 cm
Schichthöhe des Wassers über dem Boden Centimeter	Geförderte Wassermenge pro 1 Minute Liter			
0,5	6,052	6,087	6,035	6,008
10	6,435	6,618	6,747	7,288
20	6,849	7,143	7,463	8,570
30	7,237	7,681	8,178	9,841
40	7,630	8,205	8,889	11,110
50	8,034	8,742	9,594	12,398
60	8,425	9,281	10,293	13,673
70	8,823	9,806	11,012	14,939
80	9,217	10,320	11,705	16,190
90	9,615	10,837	12,426	—
100	10,015	11,340	13,137	—

5. Versuchsreihe mit dem Boden Nr. 2 (Mittelkies).

1. Durchmesser der Korngrösse = 4—7 mm.
2. Porenvolum des trockenen Bodens = 35,93 %.
3. » » nassen » = 31,18 %.
4. Wassercapacität desselben » = 13,44 %

5. Bei der Schichthöhe = 1 m, der Druckhöhe = 80 cm und zweitägiger ununterbrochener Filtration steigt die Permeabilitätsgrösse von 12,410 auf 15,680 Liter pro Minute.

6. Bei der Schichthöhe = 3/4 m und der Druckhöhe = 70 cm steigt die Durchlässigkeit während 30 Stunden von 13,320 auf 16,678 Liter pro Minute.

7. Bei der Schichthöhe = 1/2 m und der Druckhöhe = 50 cm steigt die Durchlässigkeitsgrösse während 35 Stunden von 15,570 auf 16,523 Liter pro Minute.

8. Bei der Schichthöhe = 1/4 m und der Druckhöhe = 20 cm steigt die Durchlässigkeitsgrösse von 13,870 auf 15,030 Liter pro Minute während 27 Stunden.

Schichthöhe des Bodens	100 cm	75 cm	50 cm	25 cm
Schichthöhe des Wassers über dem Boden Centimeter	Geförderte Wassermenge pro 1 Minute Liter			
0,5	10,380	10,520	10,572	10,695
10	11,015	11,365	11,703	12,791
20	11,650	12,206	12,872	14,909
30	12,285	13,065	14,049	—
40	12,920	13,962	15,191	—
50	13,555	14,775	16,347	—
60	14,190	15,633	—	—
70	14,825	16,473	—	—
80	15,462	—	—	—

Digitized by Google

Bei aufmerksamer Betrachtung der in den Tabellen vorliegenden Resultate ergibt sich vor allem, dass die in der Zeiteinheit geförderte Wassermenge gar nicht im directen Verhältnisse zu dem Drucke oder zu der Wasserhöhe über dem Boden steht. Während nämlich die Druckhöhen beim Anwachsen über regelmässige Intervalle die natürliche Zahlenreihe von 0 bis N bilden, gestalten sich die durchfliessenden Wassermengen zu einer arithmetischen Progression mit einer constanten Differenz. Dabei übertrifft das erste Glied jeder Progression, welches der 0 der natürlichen Zahlenreihe entspricht, immer die 0 und die Differenz selbst. Es erklärt sich daraus, dass Proportionalität zwischen der durchfliessenden Wassermenge und der Wasserschichthöhe über dem Boden nicht vorhanden sein kann. Weiter lenkt unsere Aufmerksamkeit auf sich der Umstand, dass die ersten Glieder der Progressionen, welche $0{,}5^{cm}$ (beinahe 0) der Druckhöhe entsprechen, bei verschiedener Schichthöhe einer und derselben Bodenart ungefähr einander gleichen, da sich die Schwankungen innerhalb der Fehlergrenzen der Beobachtung halten. Es führt dies auf den Gedanken, dass, wenn der absolute 0-Druck bei den Versuchen zu verwirklichen wäre, d. h. wenn nur so viel Wasser oben ersetzt würde, als durch die Bodenschichte unten abgeht, sich die Durchlässigkeitsgrösse einer Bodenart als eine Constante darbieten würde, welche nicht von der Schichthöhe, sondern nur von der Korngrösse der Bodenart abhängig ist. Also ist das erste Glied der Progression bei jeder Schichthöhe einer gewissen Bodenart dieselbe Constante.

Ferner sehen wir, dass die Grösse der Differenz einer Progression hauptsächlich nur von der Bodensorte, d. h. der Korngrösse abhängig bleibt und für jede gegebene Sorte experimentell bestimmt werden muss, denn kaum kann sie theoretisch berechnet werden. Ausserdem hängt die Grösse der Differenz bei gleicher Korngrösse nur von der Schichthöhe ab; dabei verhält sich diese Differenz zur Schichthöhe beinahe umgekehrt. Nämlich bei feinkörniger Bodenart verändert sich die Differenz schneller als die Schichthöhe wächst. Für Mittelsand

Digitized by Google

z. B. ist bei der Schichthöhe von $^1/_4{}^m$ (ungefähr) die mittlere Differenz der Progression = 0,043, mit der Verdoppelung der Höhe ergibt sich die Differenz nicht = 0,021, sondern = 0,018; bei weiterer Verdoppelung der Dicke geht die Differenz nicht in 0,009, sondern in 0,008 über. Mit den grobkörnigen Bodenarten verhält es sich umgekehrt: der Unterschied vermindert sich langsamer als die Schichthöhe wächst. Für den Feinkies z. B. ist die mittlere Differenz der Progression bei der Schichthöhe von $^1/_4{}^m$ gleich 1,273; mit dem Verdoppeln der Schicht verwandelt sich diese Differenz nicht in 0,637, sondern in 0,710; bei weiterem Anwachsen der Schichthöhe der Bodensorte verändert sich die Differenz nicht in 0,355, sondern in 0,396. Dasselbe beobachtet man bei Mittelkies, aber in viel höherem Grade.

Folglich kann man die Abhängigkeit der durch ein Bodenmaterial fliessenden Wassermenge von der Druckhöhe durch eine arithmetische Progression ausdrücken. Hat man das erste Glied der Progression a und die Differenz d (experimentell) gefunden, so bestimmt sich die durchfliessende Wassermenge für jede Druckhöhe aus der folgenden Formel

$$L = a + d(n-1),$$

wo L das letzte Glied der Progression ist, welches die geförderte Wassermenge bei dem Drucke n ausdrückt, der durch die Höhe der Wassersäule über die Oberfläche des Bodenmaterials angegeben wird.

Zum Schlusse halte ich es für meine angenehme Pflicht, dem Vorstande des hygienischen Instituts, Herrn Geheimrath Max v. Pettenkofer, für seine nützlichen Rathschläge und die Gewährung aller Mittel des Institutes zur Ausführung vorliegender Arbeit, ebenso Herrn Docenten Dr. Renk für freundliche Unterstützung hierbei meinen verbindlichen Dank auszusprechen.

Digitized by Google

RETURN TO → **CIRCULATION DEPARTMENT**
202 Main Library

LOAN PERIOD 1 **HOME USE**	2	3
4	5	6

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS
Renewals and Recharges may be made 4 days prior to the due date.
Books may be Renewed by calling 642-3405

DUE AS STAMPED BELOW

7 DAY USE		
JUL 14 1994		
RECEIVED		
JUL 12 1994		
CIRCULATION DEPT.		

FORM NO. DD6
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY
BERKELEY, CA 94720

Digitized by Google



~~BIOLOGY LIBRARY~~

754873

RA421
A75
v. 2

PUBLIC
HEALTH
LIBRARY

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY





Digitized by Google

